ALGEMEENE ONTLEEDKUNDE,

OF

LEER VAN DE SCHEIKUNDIGE EN MORPHOLOGISCHE BESTANDDEELEN

VAN HET

MENSCHELIJK LIGCHAAM.

DOOR

Dr. J. HENLE,

Hoogleeraar in de Ontleedkunde enz. enz. te Heidelberg.

IN HET NEDERDUITSCH OVERGEBRAGT,
ONDER MEDEWERKING VAN DEN SCHRIJVER GEDEELTELIJK
OMGEWERKT EN MET AANTEEKENINGEN VOORZIEN,

DOOR

Dr. *C. E. HEYNSIUS*,

Stadsgeneesheer te Amsterdam.

MET 5 PLATEN, OP STAAL GEGRAVEERDE AFBEELDINGEN BEVATTENDE,
EN VELE IN DEN TEKST GEDRUKTE HOUTSNEÊFIGUREN.

Eerste Aflevering.

AMSTERDAM,
HENDRIK FRIJLINK.
1846.

Dit werk zal in 18 Afleveringen, ieder à 4 vel druks, compleet zijn. Afleveringen boven dit getal worden gratis nageleverd. 6 Afleveringen zullen een Deel uitmaken.

Iedere Aflevering en iedere staalplaat zal komen op 60 cents, zoodat het geheele werk zal kosten *f* 13,80.

Zonder ongehoopte verhindering zal op den eersten van elke maand eene Aflevering het licht zien, tot dat het werk compleet is.

VOORREDE

VAN

DEN SCHRIJVER.

Het scheikundig gedeelte van het onderhavige werk is naar de handboeken van BERZELIUS, LÖWIG en F. SIMON ontworpen, en eigenlijk slechts een uittreksel daaruit.

Eenige voordeelen geloof ik echter ook op dit veld van wetenschappelijk onderzoek, hoewel mij eigene ondervinding niet ten dienste stond, daardoor te hebben verkregen, dat ik de resultaten van mikroskopische onderzoekingen ter beoordeeling der scheikundige heb gebezigd.

In het bijzonder anatomisch gedeelte volgt op eene, zooveel mogelijk zuiver dogmatische behandeling der daadzaken, aan het slot van elke afdeeling, een beknopt overzigt der bouwstoffen voor eene vergelijkende weefselleer, en eindelijk, met eene kleinere letter, de geschiedenis van den arbeid, welken het afzonderlijke onderwerp heeft opgeleverd. Bij het klierweefsel, dat tot nog toe aan geen aaneengeschakeld, eigenlijk histologisch onderzoek werd onderworpen, heb ik hierop eene uitzondering moeten maken. De vergelijkende anatomische feiten zijn slechts uit gastvrijheid hier opgenomen, vermits zij nog te gebrekkig zijn, om zelfstandig te verschijnen. Zeker zal deze openhartige bekentenis voldoende zijn, om tot medewerking uit te noodigen.

De geschiedkundige opgaven kwamen mij om gewigtige redenen onontbeerlijk voor. Bij onderzoekingen, welke steeds eene bijzondere oefening en toestellen vorderen, welke zich niet in alle handen bevinden, zijn autoriteiten niet geheel en al onverschillig, des te minder, naarmate de beschouwingen der verschillende waarnemers omtrent hetzelfde onderwerp meer uiteenloopen. Het was behoefte bevestiging te zoeken, waar zij zich vinden liet. En levert het niet de zekerste bevestiging op, wanneer vergetene

uitspraken uit vroegere tijden, die van geene of van andere vooroordeelen afgeleid werden, met de onze overeenkomen? Gene zijn ten minste vrij van het verwijt, dat zij, ten gelieve van eenen goeden naam, minder streng in het onderzoek geweest zijn, en ook op ons kan de verdenking niet vallen, als volgden wij eene vaan in blind vertrouwen op den aanvoerder. Want wij verstonden hem eerst, nadat wij zelfstandig de waarheid gevonden hadden, en hij was daarom juist in vergetelheid geraakt, omdat hij niet was begrepen. Wanneer er echter met dit doel geschiedkundige studiën worden ondernomen, dan is het niet voldoende, dat men den schrijvers naar hunne *meening*, naar het resultaat vrage, hetwelk zij zelve uit hun onderzoek trokken; men moet veeleer, hoe moeijelijk het ook zij, de bronnen opsporen, uit welke die meeningen afgeleid zijn. De geschiedenis der laatste, hoewel ook in andere opzigten belangrijk, was voor ons doel onverschillig. Veel tegenspraak lost zich op, wanneer men, in plaats van de conclusiën, de waarnemingen der schrijvers vergelijkt, en hij, die om deze elkander tegensprekende resultaten het gewapend oog voor onzeker uitmaakt, zal leeren, dat men meer de beoordeeling dan de hulpmiddelen van het onderzoek moet wantrouwen.

In het beschrijven van de physiologische eigenschappen der weefsels geloof ik, dat ik niet te wijdloopig geweest ben. De physiologie der weefsels is de basis der algemeene of der rationele pathologie, welke de ziekteprocessen en verschijnselen als op vaste wetten steunende terugwerkingen eener met eigenaardige en onveranderlijke krachten bedeelde organische stof op abnorme uitwendige invloeden tracht te leeren kennen. Ik heb geene gelegenheid laten voorbij gaan, om, wanneer ook slechts vlugtig, op de gevolgtrekkingen te wijzen, die zich voor de verklaring van ziekelijke processen uit de hier ontwikkelde stellingen lieten afleiden.

De afbeeldingen zijn alle naar de natuur, nagenoeg alle door dezelfde hand en bij dezelfde vergrooting geteekend. Daar ik aan eenen geoefenden en onbevooroordeelden kunstenaar de vervaardiging derzelve opdroeg, was ik niet alleen in staat gesteld om ze volkomener te leveren, maar had ik ook eenen waarborg te meer voor de juistheid van hetgeen er werd gezien.

Zürich, 1 Oct. 1841.

De Schrijver.

VOORREDE

VAN

DEN VERTALER.

Bij het verschijnen van HENLE's werk in een nationaal kleed, gevoel ik mij verpligt den goedgunstigen lezer der vertaling met een enkel woord mede te deelen, waarom ik dezen arbeid op mij heb genomen, en waarom de vertaling eerst thans en op deze wijze het licht ziet. Voor hem kan het, dunkt mij, toch niet onverschillig zijn of daarvan al dan niet rekenschap worde afgelegd, en het overige geneeskundige publiek zal haar wel niet voor eene verkeerde gewoonte en nuttelooze moeite verklaren.

Ik nam die taak op mij, omdat ik eene levendige overtuiging bezat van de behoefte, die er in onze taal aan een geschikt handboek over dit gedeelte der natuurkundige wetenschap bestaat. Reeds lang werd die behoefte gevoeld, maar zeker sprak zij nooit sterker en algemeener dan thans, nu, door de ijverige pogingen van eenige vaderlandsche geneeskundigen, de gaping, welke in onze geneeskundige litteratuur eenen geruimen tijd heeft bestaan, meer en meer doelmatig wordt aangevuld. Wanneer men dien arbeid der laatste jaren overziet, dan valt het niet te ontkennen, dat men betrekkelijk reeds zeer veel gevorderd is; maar het verdient tevens opmerking, hoe men daarbij oogenschijnlijk juist den tegenovergestelden weg is ingeslagen van dien, welken men zoude meenen dat gevolgd worden moest. Men is namelijk aangevangen met bij voorkeur vertalingen te leveren van betere zoogenaamde praktische handboeken, met name over geneesmiddelleer, over bijzondere pathologie en therapie, over ziekten van grijsaards, vrouwen en kinderen, over die van afzonderlijke stelsels

van organen, over heelkunde en hare verschillende deelen, over verloskunde, ook van enkele monographiën, men is later voortgegaan met handboeken te vertalen over algemeene ziektekunde en herkenningsleer, terwijl men eerst thans begonnen is met *gedeeltelijk* de fundamenten van deze allen te vernieuwen, door Dr. Rooseboom's vertaling van Valentin's *Lehrbuch der Physiologie des Menschen.* Hoe vreemd en ongepast eene dergelijke ook schijne, zij is naar ons inzien voor vertalingen, ten minste in den tegenwoordigen tijd en in ons vaderland, de natuurlijke weg. Het grootste gedeelte toch der lezers van vertalingen moet eene wezenlijke behoefte aan het vertaalde werk gevoelen, zoo het zich de geldelijke opoffering voor den aankoop van hetzelve *kan* laten welgevallen. Geen gebrek aan wetenschappelijken ijver houdt hen, ten minste niet aanvankelijk, onverschillig, maar hun maatschappelijke toestand noodzaakt hen, om de wenschen, welke zij uit wetenschappelijken ijver vormen, voor een groot deel onbevredigd te laten; het noodzakelijkste kan door velen slechts worden verkregen. Als zoodanig werden natuurlijk bij voorkeur de zoogenaamde praktische handboeken beschouwd, en eerst thans, nu men deze bezit en ze als handboeken gebruikt, is de overtuiging, dat er eene uitgebreidere histologische, physiologische en zoogenaamde propaedeutische kennis tot juist begrip dezer gevorderd wordt, levendig genoeg geworden, om zich ook voor het verkrijgen dezer kennis de noodzakelijke opofferingen van tijd en geld te laten welgevallen. Met verlangen ziet men zelfs daarvoor thans de handboeken te gemoet, terwijl men ze voor eenigen tijd onaangeroerd zoude hebben laten liggen. Als bewijs daarvoor strekke het gunstig onthaal, dat der vertaling van Valentin's *Lehrbuch* is te beurt gevallen. Dit voldoet echter slechts gedeeltelijk in de bestaande behoefte, zoo als te regt door Prof. J. van der Hoeven (1) is aangemerkt, omdat de schrijver zich streng binnen de bepaalde grenzen der verrigtingen van het levende menschelijk ligchaam heeft gehouden, omdat hij zoowel de leer der scheikundige bestanddeelen en weefsels van het menschelijk ligchaam, als ook de vergelijkende ontleedkunde en die van den mensch als bekend

(1) *Vaderlandsche Letteroefeningen*, 1845, N°. 11, p. 485. Boekbesch.

vooronderstelt, en de geschiedkundige ontwikkeling van onze tegenwoordige kennis der verschillende verrigtingen geheel onaangeroerd heeft gelaten. Hoewel ik met den hooggeachten Leidschen hoogleeraar dit laatste in het werk van VALENTIN niet goedkeur, meen ik echter op het standpunt, waarvan ik de behoeften van een groot gedeelte onzer vaderlandsche geneeskundigen heb leeren kennen en de dringende noodzakelijkheid van vertalingen inzie, juist in die streng bepaalde grenzen den grond te vinden, waarom ik mij in de keuze van Dr. ROOSEBOOM bijzonder verheug. Geen handboek over physiologie, dunkt mij, is meer geschikt, om eenen echt wetenschappelijken geest onder het grootere deel der geneeskundigen aan te wakkeren, en de behoefte aan grondige studie der zoogenaamde hulpwetenschappen krachtiger te doen gevoelen. Bepalen wij ons tot de histologie. Wanneer deze in VALENTIN'S *Lehrbuch* hier en daar stuksgewijze ware opgenomen, dan zou men zich, zoo het boven aangevoerde waar is, al ligt met die verbrokkelde kennis tevreden hebben gesteld en aan eene grondige studie der histologie, als een op zichzelf staande tak der wetenschap, zou voor de meesten in den eersten tijd niet meer te denken zijn geweest; elke poging, om haar daartoe bij hen te verheffen, zou vruchteloos zijn gebleven. Thans echter is het er verre af, dat wij dit zouden willen beweren. De vertaling van VALENTIN'S werk heeft de noodzakelijkheid van histologische kennis, door anderen reeds langzamerhand verlevendigd, krachtig tot het bewustzijn der meesten gebragt. Daarom bestaat er thans meer dan ooit eene dringende behoefte aan een goed histologisch handboek; daarom legde ik de hand aan het werk van HENLE.

Reeds voor vier jaren werden er door mij voor de vertaling pogingen in het werk gesteld; zij bleven toen om boven aangeduide redenen vruchteloos; ook door anderen zullen er wel pogingen met hetzelfde gevolg zijn aangewend. Thans echter heeft Prof. J. VAN DER HOEVEN er de aandacht zelfs openlijk op gevestigd, dat HENLE'S *Allgemeine Anatomie* nog onvertaald bleef (1). Moeijelijk zouden wij eenen beteren waarborg voor de doelmatigheid onzer

(1) t. a. p.

keuze kunnen vinden, zoo men niet algemeen juist op het werk van Henle als het geschiktste handboek wees; ook naar mijne overtuiging verdient het te regt die eerste plaats; de onpartijdigheid en strenge waarheidsliefde, waarmede de schrijver de waarnemingen van anderen heeft medegedeeld, de hoogst geschikte vorm, waarin hij de met reuzenschreden ontwikkelde wetenschap onzer dagen in zijn werk heeft nedergelegd, en die hij in korte en krachtige trekken in zijne voorrede heeft geschilderd, doen zijn werk allergelukkigst boven de overige handboeken over dit gedeelte der geneeskundige wetenschap uitkomen. Voor de keuze zal ik mij daarom dan ook niet verder hebben te regtvaardigen.

Toen ik nu voor eenigen tijd de gelegenheid voor de vervulling van één mijner wenschen eindelijk geopend zag, begreep ik te goed al het gewigt van de taak, welke ik op mij zoude nemen, om niet bedaard te overleggen op welke wijze de arbeid moest worden aangevangen en voortgezet, zoo hij de gewenschte vruchten zoude dragen en door geene teleurstelling voor mij zoude worden verbitterd. De laatste vier jaren toch hebben wederom een groot aantal nieuwere en rijpere resultaten aangebragt, die bij de vertaling niet met stilzwijgen mogten worden voorbij gegaan en ongebruikt blijven liggen. Vooral wordt dit in ons vaderland vereischt, waar wegens het gering aantal van geneeskunst-oefenaren eerst na vele jaren eene tweede uitgave noodzakelijk worden kan. Bij de hooge verdiensten, welke men algemeen aan het werk van den schrijver toekent, bij den grooten invloed, welken de vertaling, met zorg bewerkt, op den wetenschappelijken geest onder het grootere deel onzer geneeskundigen kan uitoefenen, gevoelde ik levendig het hooge gewigt van, en de moeijelijkheid om, op dezelfde volkomene wijze, als de schrijver zijne voorgestelde taak heeft uitgevoerd, van deze latere resultaten gebruik te maken, zonder, al ware het dan ook slechts in eene geringe mate, den zoo geprezenen vorm van het werk te verminken. Daarbij was het ook mogelijk, dat er een tweede druk in de oorspronkelijke taal spoedig verschijnen moest, terwijl het in dit geval zeker hoogst wenschelijk zoude zijn, dat mijn geduld nog een weinig op de proef werd gesteld en de behoefte nog eene poos onbevredigd gelaten. Om eene en andere reden besloot ik den hooggeachten

schrijver met mijn voornemen bekend te maken, en hem dringend te verzoeken, om mij bij mijnen arbeid de behulpzame hand te bieden en mij zoodanige verbeteringen en bijvoegsels mede te deelen of aan te duiden, als hij in de vertaling wenschte opgenomen te zien, terwijl ik tevens omtrent de mogelijkheid van eenen spoedig noodzakelijk te achten herdruk een naauwkeurig berigt trachtte in te winnen. Ik ontving daarop van den schrijver het antwoord, dat er in de eerste jaren nog geen tweede druk verschijnen zou, en daarbij tevens de blijde verzekering, dat hij, zoo ik tot de vertaling besloot, gaarne zoo veel mogelijk daartoe wilde bijdragen, dat zijn werk volkomener voor mijne landgenooten verscheen. Dien ten gevolge zal dan ook, op zijn in een later schrijven geuit verlangen, het hoofdstuk over het nagelweefsel, het physiologisch gedeelte van de ontwikkeling der bloedbolletjes, en de anatomie der lever, op de door hem aangegevene wijze door mij worden omgewerkt, bij het pigment de latere resultaten van BRUCH, aangaande het maaksel van het glasachtig ligchaam, die van BRÜCKE en HANNOVER enz. enz. worden vermeld. Van alle veranderingen en uitbreidingen, die op verzoek van den schrijver gemaakt worden, zal ik den lezer bij de voltooijing van het werk verslag geven, terwijl ik overigens, met goedvinden van den schrijver, mij het regt heb voorbehouden, om hier en daar, waar mij dit noodig scheen, aanmerkingen neder te schrijven, waarvan ik de bepaling der waarde aan den bescheidenen beoordeelaar overlaat. De wezenlijke waarde van het werk kon, geloof ik, op geene andere wijze dan op de eerstgemelde meer worden verhoogd, en de zoo hooggeschatte schrijver kon, naar mijn inzien, geene grootere dienst aan zijne Hollandsche lezers en den vertaler bewijzen. Voor de welwillendheid, waarmede hij zijne medewerking heeft toegezegd en voor een gedeelte reeds zijne belofte heeft vervuld, betuig ik hem hierbij openlijk mijnen hartelijken dank, even als ook aan onzen vaderlandschen Hoogleeraar G. J. MULDER, die mij met de meeste bereidvaardigheid, voor het scheikundige gedeelte, met zijnen raad wel heeft willen bijstaan. Dit over de wijze, waarop de vertaling zal worden bewerkt en waarom zij thans het licht ziet.

Een enkel woord nog over de behoefte aan vertalingen. Hoewel in den boven aangegevenen gang van zaken hare wezenlijke

behoefte voor de wetenschappelijke ontwikkeling onzer geneeskundigen ligt opgesloten, en zich daaruit geleidelijk laat bewijzen, wenschte ik er toch nog even op terug te komen, omdat de hedendaagsche kritiek die behoefte niet zoo levendig gevoelt, en steeds in de vrij algemeene kennis der nieuwere talen den grond meent te vinden, waarom zij dien arbeid ondoelmatig oordeelt en ze misschien alleen voor den vertaler nuttig vindt. Ontegenzeggelijk is dit eene vrij harde veroordeeling van hun werk, waarvoor niet allen ongevoelig zijn, die wel geenen grooten invloed uitoefent op diegenen, waarvoor de vertaling bestemd is, omdat deze over het algemeen, zoo als de ondervinding leert, in de kritiek minder belang stellen, maar toch dit groote nadeel aanbrengt, dat zij den meer wetenschappelijk ontwikkelde alles behalve tot eenen arbeid uitlokt, die eigenlijk voor hem bestemd is en in zijne handen het meest kon bijdragen, om den ijver onder onze geneeskundigen krachtig op te wekken en levendig te houden, die daarenboven tevens de eerste voorwaarde voor eenen uitgebreideren werkkring der kritiek is. Het is een te levendige wensch van mij, dat de kritiek eenen grooten invloed bekome, ik gevoel te groote achting voor onze vaderlandsche geleerden, die hunnen tijd gedeeltelijk aan haar wijden, dan dat ik ook niet mijne beste pogingen zoude aanwenden, om haar daar, waar het zich laat bewijzen, dat zij eene zaak meestal van een minder gunstig gekozen standpunt beschouwt, zoo mogelijk tot eene juistere zienswijze te brengen. Tegen hare telkenmale uitgesprokene overtuiging, staat immers het groote debiet, zelfs van minder gelukkig geslaagde vertalingen als een hoogst belangrijk verschijnsel over. Men meene niet, dat ik van dit debiet melding maak, om het als een bewijs aan te voeren tegen de opinie van hen, die de kennis der levende talen als vrij algemeen bij de geneeskundigen vooronderstellen. Ten opzigte van het jongere geslacht en van de doctoren deel ik zelfs nagenoeg volkomen in hunne overtuiging. Maar welke zijn dan van dit belangrijke debiet de oorzaken? Ik werd door de kritiek dikwerf uitgelokt hierover rijpelijk na te denken, en het resultaat daarvan is geweest, dat ik niet ééne enkele, maar vele omstandigheden erkende, die elkander ondersteunen, en mede-

werken om het debiet tot die hoogte te brengen. Vooreerst is de bekendheid met de Duitsche taal niet zoo algemeen, als men wel eens meent te moeten aannemen, wanneer men alleen het oog vestigt op de personen, in wier kring men zich beweegt. Er zijn behalve eenige doctoren, welke geen Duitsche boeken lezen, al lezen zij ook de overige talen, nog geneeskunst-oefenaren, plattelands-heelmeesters, chirurgen en scheeps-doctoren, voor welker vorming vooral vroeger eene mindere zorg besteed is. Voor hen, als mannen van eenen wetenschappelijken stand, is de vertaling eene levensbehoefte; want zoo er niet vertaald wordt, bezitten zij niets. Maar ook zij, die met de Duitsche taal niet onbekend zijn, vormen een groot deel van de lezers van vertalingen. De inlandsche produkten der pers toch worden door de boekverkoopers met meer zorg verspreid en komen meer onder het bereik der geneeskundigen, terwijl de meesten hunner van oorspronkelijke werken hoogstens den titel lezen of op eene andere wijze vernemen; de vertaling wekt daardoor eene grootere belangstelling op; eenig gevoel van nationaliteit, hoe laag tegenwoordig ook bij velen gezonken, brengt het hare bij om die belangstelling te verlevendigen. Vele geneeskundigen, die van grootere steden zijn verwijderd, door bezigheden en huiselijke zorgen aanhoudend zijn ingespannen, hebben door het gemis van genoegzamen tijd, en helaas ook soms van geld, om behoorlijk aan de eischen hunner wetenschap te voldoen, veel van hunnen wetenschappelijken ijver verloren. Zij zijn te weinig op de hoogte van den tijd, om voor zichzelve uit de hier en daar opgevangene titels eene keuze te doen. De kritiek helpt haar hier niet in: die lectuur is noodzakelijk voor hen te vervelend en leidt voor hen tot te weinig resultaten. In het verschijnen eener vertaling echter zien zij eene keuze voor hen gedaan. De menigte van wetenschappelijke werken, voor hen een chaos, die het buitenland voortbrengt, levert bij een vertaling geene verschooning meer op, waarom men zich de ondervinding van latere jaren, die er in is nedergelegd, niet zoude eigen maken. Zij is een nationaal produkt geworden, dat te zeer door dezen en genen wordt geprezen, dan dat men zich al niet spoedig schamen zou, het ni te bezitten, zoo men het althans in de oorspronkelijke ta heeft. Telkenmale komt de vertaling, of in de dagblad

titel, weder onder de oogen en houdt de stem, die tot vermeerdering van kennis aanspoort, levendig. Daarbij levert de vertaling een wezenlijk gemak voor hen op, en komt aan hun geheugen te gemoet. Vooral hun, die niet veel in eene vreemde taal lezen, kost het veel inspanning eene wetenschap, die in de latere jaren zoo zeer van gedaante veranderd is, als de verschillende takken der natuurkundige, en die daardoor vreemd voor hen geworden is, in vreemde talen weder tot de eigene te maken. In de moedertaal denkt, begrijpt en onthoudt men gewoonlijk gemakkelijker. De vertalingen lokken daarom tot studie uit, welligt krachtiger dan eenig ander middel, en geven er gelijktijdig de geschiktste middelen voor aan de hand.

Wanneer men hierbij nog in aanmerking neemt, welk een verlies ons nationaal vermogen elk jaar door de massa van werken lijdt, welke ons van buiten toestroomen, terwijl dit verlies door geen uitvoer van onze produkten der pers zelfs eenigermate wordt vergoed, en bij verbetering van den wetenschappelijken ijver onder onze geneeskundige landgenooten aanmerkelijk moet toenemen, wanneer men bedenkt, dat ons vaderland, het land der boekdrukkunst, al de bouwstoffen voor het drukken van boeken oplevert, en derhalve door de uitgave van vertalingen (bij gemis van oorspronkelijke werken in onze taal) verschillende takken van nijverheid, en het bestaan van velen worden ondersteund, dan vraag ik met de hand op het hart: Voldoen in ons vaderland in den tegenwoordigen tijd vertalingen aan geene dringende behoefte? Zijn wij niet verpligt het goede, dat op vreemden grond welig groeit en heerlijke vruchten oplevert, op onzen bodem over te planten en met zorg te kweeken, opdat het ook bij ons eenen rijken oogst van wetenschappelijke kennis en ijver oplevere, die de eerste voorwaarden uitmaken voor eene wezenlijke verbetering van onzen maatschappelijken stand, die algemeen zoo hartelijk gewenscht wordt, waarvan de noodzakelijkheid zoo levendig wordt gevoeld, en die te vergeefs in middelen buiten ons zelve gezocht wordt, voor een groot gedeelte juist alleen in ons zelve te vinden is?

Amst. Julij 1846.

Dr. C. E. Meynsius.

REGISTER

DER

MET VERKORTINGEN AANGEHAALDE WERKEN (1).

Albini, Academicarum adnotationum Libri VIII. Leidae 1754 sq. 4.

Arnemann, Ueber die Reproduction der Nerven. Gött. 1786. 8.

F. Arnold, Anatomische und physiologische Untersuchungen über das Auge des Menschen. Heidelb. 1832. 4.

F. u. J. W. Arnold, Die Erscheinungen und Gesetze des lebenden menschlichen Körpers im gesunden und kranken Zustande. Bd. I. Thl. I. Lehrbuch der Physiologie des Menschen von *F. Arnold*. I. Thl. Zürich 1836. 8.

F. Arnold, Tabulae anatomicae quas ad naturam accurate descriptas in lucem edidit. fasc. I. II. Turici 1838. fol.

Asch, Diss. de natura spermatis, observat. microscop. indagati. Gött. 1756. 8.

Baumgärtner, Beobachtungen über die Nerven und das Blut in ihrem gesunden und krankhaften Zustande. Freib. 1830. 8.

Beclard, Elemens d'anatomie générale, ou description de tous les organes, qui composent le corps humain. 2. edition. Paris et Bruxelles 1827. 8. Vertaald door *G. J. van Epen*. Amst. 1828.

Th. Bell, The anatomy and diseases of the teeth. Lond. 1835. 8.

C. F. Bellingeri, De medulla spinali nervisque ex ea prodeuntibus annotationes anatomico-physiologicae. Augustae Taurin. 1823. 4.

Bericht über die Versammlung teutscher Naturforscher und Aerzte in Prag im September 1837 vom Grafen *K. Sternberg* und *J. V. Edl. v. Krombholz*. Prag. 1838. 4.

Berger, Diss. de dentibus. Kiliae 1788. 8.

---

(1) De werken, die slechts eenmaal voorkomen, zijn in de noten met den geheelen titel aangehaald, en worden in dit register niet opgenomen, evenmin als de titels van tijdschriften, omdat de daarvoor gebruikelijke verkortingen algemeen bekend zijn. [De titels der later uitgekomene werken, waarvan in de vertaling gebruik is gemaakt, zullen evenzeer in hun geheel worden aangehaald. VERT.]

Bernhardt, Symbolae ad ovi mammalium historiam. Diss. inaug. Wratisl. 1834. 4.

Berres, Anatomie der mikroskopischen Gebilde des menschlichen Körpers. Heft I—VIII. Wien 1836. Fol.

Berzelius, Lehrbuch der Chemie. Aus der schwedischen Handschrift des Verf. übers. von *F. Wöhler*. Bd. I—IX. Dresden u. Lpz. 1835. ff. 8. Vertaald door *Koster*, *Eikma* en *van der Vliet*, Rott. 1834—1845.

Cours de physiologie générale et comparée, professé à la faculté des sciences de Paris par *M. Ducrotay de Blainville*, publié par les soins de Mr. le docteur *Hollard*. Paris 8. T. I. II.

Blandin, Anatomie du système dentaire considéré dans l'homme et les animaux. Paris 1836. 8.

Bleuland, Icones anatomico-physiol. partium corp. hum. et animalium, quae in descriptione musei acad. Rheno-Trajectanae inveniuntur. Traj. ad Rh. 1826. 4.

Blumenbach, De generis humani varietate nativa. Ed III. Götting. 1795. 8.

Böhm, De glandularum intestinalium structura penitiori. Diss. inaug. Berol. 1835. 4.

—— Die kranke Darmschleimhaut in der asiatischen Cholera mikroskopisch untersucht. Berlin 1838. 8.

Bordeu, Recherches sur le tissu muqueux. Paris 1767. 8.

Bourdet, Recherches et observations sur toutes les parties de l'art du dentiste. Paris 1757. 8. T. I.

Brandt und *Ratzeburg*, Medicinische Zoölogie, oder getreue Darstellung und Beschreibung der Thiere, die in der Arzneimittellehre in Betracht kommen. Thl. I. II. Berl. 1828, 29. 4.

Breschet, Essai sur les vaisseaux lymphatiques. Paris 1836. 8.

——— Histoire anatomique et physiologique d'un organe de nature vasculaire découvert dans les cétacés. Paris 1836. 4.

——— Recherches anatomiques et physiologiques sur l'organe de l'ouie et sur l'audition dans l'homme et les animaux vertébrés. 2e éd. Paris 1836. 4.

Répertoire général d'anatomie et de physiologie pathologiques et de clinique chirurgicale, par une société de médecins et de chirurgiens, et redigé par Mr. *Breschet*, 4. Paris.

Bruns, Lehrbuch der allgemeinen Anatomie des Menschen. Nach eigenen Untersuchungen. Braunschweig 1841. 8.

Budge, Untersuchungen über das Nervensystem. Heft I. Frankf. 1841. 8.

K. F. Burdach, die Physiologie als Erfahrungswissenschaft. Bd. I—VI. Leipzig 1828—40. Bd. I—III. 2te Aufl. Leipzig 1836—38. 8.

E. Burdach, Beitrag zur mikroskopischen Anatomie der Nerven. Königsb. 1837. 4.

——— Observationes nonnullae microscopicae de inflammatione. Diss. inaug. Regiomont. 1826. 8.

v. Bylandt, Disquisitio circa telam cellulosam. Diss. inaug. Berol. 1833. 8.

Caldani, Memorie sulla struttura della ossa umane e bovine. Padova 1804. 4.

Carus, Lehrbuch der vergleichenden Zoötomie, mit steter Hinsicht auf Physiologie. Bd. I. II. u. Atl. 2te Aufl. Lpz. 1834. 8.

Della Chiaje, Osservazioni sulla struttura dell' epidermide umana. Napoli 1827. 4.

Clare, Vermischte Abhandlungen nebst *Cruikshank's* Brief über die thierische Einsaugung. Leipzig 1782. 8.

Cloquet, Anatomie de l'homme, ou description et figures de toutes les parties du corps humain. T. I. — IV. Paris. 1821. fol.

Cooper, Die Bildung und Krankheiten des Hodens. Aus dem Engl. Weimar 1832. 4.

Cruikshank, Experiments on the insensible perspiration of the human body. Published originally in 1779. Ed. 2. 1795. Lond. 8. Aus d. Engl. von *Michaelis* Leipzig 1798. 8.

——— The anatomy of the absorbent vessels. Lond. Uebers. von *Ludwig*: Geschichte und Beschreibung der Saugadern. Bd. I. Leipzig 1789. 4.

G. v. Cuvier, Vorlesungen über vergleichende Anatomie, übers. von *L. F. Froriep* und *J. F. Meckel*. Bd. I—IV. Leipzig 1809—11. 8.

C. F. Delabarre, Odontologie ou observations sur les dents humaines. Paris 1815. 8.

Denis, Essai sur l'application de la chimie à l'étude physiologique du sang de l'homme. Paris 1838. 8.

——— Recherches expérimentales sur le sang humain, considéré à l'état sain. Commercy 1830. 8.

Deutsch, De penitiori ossium structura observationes. Diss. inaug. Wratisl. 1834. 4.

Dictionnaire des sciences médicales par une société de médicins et de chirurgiens. Paris 1812. sq. 8.

Döllinger, De vasis sanguiferis, quae villis intestinorum tenuium hominis brutorumque insunt. Gratulationsschr. an *Sömmerring*. Monachii 1828. 4.

Donné, Du lait et en particulier de celui des nourrices. Paris 1837. 8.

——— Nouvelles expériences sur les animalcules spermatiques. Paris 1837. 8.

——— Recherches microscopiques sur la nature des mucus et de la matière des écoulemens. Paris 1837. 8.

Dutrochet, Mémoires pour servir a l'histoire anatomique et physiologique des végétaux et des animaux. T. I. II. Atlas. Paris 1837. 8.

Eberle, Physiologie der Verdauung nach Versuchen. Würzb. 1834. 8.

Eble, Die Lehre von den Haaren in der gesammten organischen Natur. Bd. I. II. Wien 1831. 8.

—— Die sogenannte contagiöse oder ägyptische Augenentzündung. Stuttg. 1839. 8.

Ehrenberg, Beschreibung einer auffallenden und bisher unerkannten Structur des Seelenorgans. Berlin 1836. 4.

——— Die Infusionsthierchen als vollkommene Organismen. Ein Blick in das tiefere organische Leben der Natur. Leipzig 1838. Fol.

F. C. Emmert, Ueber die Endigungsweise der Nerven in den Muskeln. Bern. 1836. 4.

Encyclopädisches Wörterbuch der medicinischen Wissenschaften, herausgegeben von den Professoren der medicinischen Facultät zu Berlin. Bd. I—XXIV. Berlin 1836. ff. 8.

Eulenberg, De tela elastica. Diss. inaug. Berol. 1836. 4.

Eysenhardt, De structura renum, observationes microscopicae. Diss. inaug. Berol. 1818. 4.
Ficinus, De fibrae muscularis forma et structura. Diss. inaug. Lips. 1836. 4.
Fohmann, Anatomische Untersuchungen über die Verbindungen der Saugadern mit den Venen. Heidelb. 1822. 8.
Fontana, Abhandlung über das Viperngift, das amerikanische Gift u. s. w. Aus dem Italien. Berl. 1787. 4.
Fox, The natural history and diseases of the human teeth. 2. ed. T. I. II Lond. 1814. 4.
Fraenkel, De penitiori dentium humanorum structura observationes. Diss. inaug. Wratisl. 1835. 4.
Gagliardi, Anatomes ossium novis inventis illustratae Pars I. Rom. 1689. 8.
Gaultier, Recherches anatomiques sur le système cutané de l'homme. Paris 1811. 4.
——— Recherches sur l'organisation de la peau. Paris 1809. 4.
Gerber, Handbuch der allgemeinen Anatomie des Menschen und der Haussäugethiere. Gröszteutheils nach eigenen Untersuchungen. Bern und Chur. 1840. 8. nebst Atlas in Querfol.
Giesker, Splenologie. 1. Abth. Anatomisch-physiologische Untersuchungen über die Milz des Menschen. Zürich 1835. 8.
Gluge, Anatomisch-mikroskopische Untersuchungen zur allgemeinen und speciellen Pathologie. Heft I. Minden. 1839. 8.
——— Observationes nonnullae microscopicae fila quae dicunt primitiva in inflammatione spectantes. Diss. inaug. Berol. 1835. 8.
L. Gmelin, Handbuch der theoretischen Chemie. Bd. I. II. 3. Aufl. Frankf. 1827—29. 8.
Gruby, Observationes microscopicae ad morphologicam pathologicam spectantes. Vindob. 1839. 8.
Gurlt, Lehrbuch der vergleichenden Physiologie der Haussäugethiere. Berl. 1837. 8.
Haase, De vasis cutis et intestinorum absorbentibus, plexibusque lymph. pelvis humanae. Lipz. 1786. fol.
A. ab Haller, Disputationes anatomicae selectae. Vol. I—VII. Gotting. 1750—52. 4.
——— Elementa physiologiae corp. humani. T. I—VIII. Lausanne 1757—78. 4.
Hallmann, De cirrhosi hepatis. Diss. inaug. Berol. 1839. 8.
Hamburger, Experimenta circa sanguinis coagulationem. Diss. inaug. Berol. 1839. 8.
Hamilton, New account of the East-Indias. T. I. II. Edinb. 1727. 8.
Hastings, Abhandlung über die Entzündung der Schleimhaut der Lungen. Aus dem Engl. von *G. v. d. Busch*. Bremen 1822. 8.
Hausmann, Ueber die Zeugung und Entstehung des wahren weiblichen Eies. Hannover 1840. 4.
Clopton Havers, Osteologia nova or some new observations of the bones and the parts belonging to them. Lond. 1691. 8.
Heilbut, De atresia vaginae. Diss. inaug. Heidelb. 1832. 4.
Hempel, Anfangsgründe der Anatomie des gesunden menschlichen Körpers. Thl. I. II. 5te Aufl. Götting 1827 8.

Henle, De membrana pupillari aliisque oculi membranis pellucentibus. Diss. inaug. Bonn. 1832. 4.

——— Symbolae ad anatomiam villorum intestinalium imprimis eorum epithelii et vasorum lacteorum. Berol. 1837. 4.

——— Ueber Schleim- und Eiterbildung und ihr Verhältniss zur Oberhaut. Berl. 1838. 8. Uit *Hufeland's* Journal für die praktische Heilkunde, Mei 1838, afzonderlijk afgedrukt.

——— Pathologische Untersuchungen. Berl. 1840. 8.

Heuermann, Physiologie. Thl. I—IV. Kopenh. 1751—55. 8.

Heusinger, System der Histologie. Thl. I. Eisenach. 1824. 4.

——— Ueber anomale Kohlen- und Pigmentbildung in dem menschlichen Körper. Jena 1823. 8.

W. Hewson, Experimental inquiries. Part. I. II. Lond. 1774. 8. Experimental inquiries. Part III. being the remaining part of the observations and experiments of the late Mr. *W. Hewson*, by *Magnus Falconar*. London 1777. 8.

Hildebrandt, Handbuch der Anatomie des Menschen. 4te Ausg., besorgt von *C. E. Weber*. Bd. I—IV. Braunschw. 1830—32. 8.

A. v. Humboldt, Versuche über die gereizte Muskel- und Nervenfaser. Bd. I. II. Berl. 1797—99. 8.

Hünefeld, Der Chemismus in der thierischen Organisation. Gekr. Preischr. Lpz. 1840. 8.

——— Physiologische Chemie des menschlichen Organismus. Bd. I. II. Leipzig 1826. 1827. 8.

J. Hunter's Natürliche Geschichte der Zähne und Beschreibung ihrer Krankheiten. Aus dem Engl. Leipzig. 1780. 8.

——— Versuch über das Blut, die Entzündung und die Schusswunden. Aus dem Engl. von *Hebenstreit*. Bd. I—III. Lpz. 1797—1800. 8.

Jahn, Der Haararzt, eine neue Untersuchung des Baues, der Bestandtheile und Verrichtungen der menschlichen Haare. Bd. I. II. Prag 1828. 16.

Jourdain, Essai sur la formation des dents. Paris 1766. 8.

Kaltenbrunner, Experimenta circa statum sanguinis et vasorum in inflammatione. Monach. 1826. 4.

Kieser, Commentatio physiologica de anamorphosi oculi. Gotting. 1804. 4.

Kölliker, Beiträge zur Kentniss des Samenflüssigkeit wirbelloser Thiere. Berlin 1840. 4.

C. F. T. Krause, Handbuch der menschlichen Anatomie durchaus nach eigenen Untersuchungen. Bd. I. Hannover 1833—38. 8. 2te Aufl. Bd. I. Hft. 1. t. z. p. 1841.

Kremers, Beobachtungen und Untersuchungen über das Wechselfieber. Aachen 1837. 8.

Krimer, Versuch einer Physiologie des Blutes. Thl. I. Lpz. 1822. 8.

Lampferhoff, De vesicularum seminalium natura et usu. Diss. inaug. Berol. 1835. 8.

B. Langenbeck, De retina observationes anatomico-pathologicae. Diss. inaug. Gött. 1836. 4.

A. Lauth, Essai sur les vaissaux lymphatiques. Strasbourg 1824. 4.

——— Mémoire sur divers points d'anatomie, uit de Annales de la société d'histoire naturelle de Strasbourg. T. I. 1834. 4.

——— Nouveau manuel de l'anatomiste. 2e éd. Paris 1835. 8.

Lavagna, Esperienze e riflessioni sopra la carie de' denti umani coll' aggiunta di un nuovo saggio sulla riproduzione dei denti negli animali rosicanti. Genova. 1812. 8.

Ledermüller, Mikroskopische Gemüths- und Augenergötzung; bestehend in 100 nach der Natur gezeichneten und mit Farben erleuchteten Kupfertafeln sammt deren Erklärung. Nürnb. 1763. 4.

Ant. a Leeuwenhoek, Opera omnia s. arcana naturae ope exactissimorum microscopiorum detecta etc. epistolis ad varios illustres viros ut et ad integram quae Londini floret sapientiae societatem, cujus membrum est, datis comprehensa et 4 tomis distincta. Lugd. Batav. 1722. 4. T. I, Epistolae physiologicae 1—46. 1719. T. II, Arcana naturae detecta. Ook onder den titel: Experimenta et contemplationes. De niet genummerde brieven gaan tot 84. Daarbij is gevoegd: Continuatio arcanorum naturae detectorum. 1722. Epist. 93—107. T. III, Epistolae ad societatem regiam angl. s. continuatio mirandorum arcanorum naturae detectorum 40 epistolis contentorum 1719. Ook onder den titel: Contin. arcanorum naturae. Zij bevat Epist. 108—146. T. IV. Anatomia et contemplationes, bestaat uit 3 deelen, elk met bijzondere paginatuur en register. In de uitgave, die mij ten dienste stond, ontbrak het 3de deel. Ik haal de oudere uitgave aan: Anatomia s. interiora rerum cum animatarum tum inanimatarum detecta. Lugd. Bat. 1687.

J. Liebig, Die organische Chemie in ihrer Anwendung auf Agricultur und Physiologie. Braunschw. 1840. 8. Vertaald door *J. P. C. van Tricht*, Assen 1842.

C. J. und J. Linderer, Handbuch der Zahnheilkunde. Berl. 1837. 8.

Löwig, Chemie der organischen Verbindungen. Bd. I. II. Zürich 1838, 39. 8.

Ludwig, Scriptores neurologici minores selecti. T. I—IV. Lips. 1791—95. 4.

Magendie, Leçons sur la physiologie du système nerveux. T. I. II. Paris. 1839. 8.

Marcelli Malpighii, Opera omnia Tom. II. comprehensa. Lond. 1686. fol.

——— Opera posthuma. Lond. 1697. fol.

Mandl, Anatomie microscopique. Livr. I—III. Paris 1838. fol.

Marshall Hall, On the circulation of the blood. Lond. 1831. 8.

P. Mascagni, Prodromo della grande anatomia. seconda opera postuma posta in ordine e publicata da *Francesco Antommarchi*. Firenze 1819. fol. En Tavola figurate di alcuni parti organische del corpo umano, degli animali e dei vegetabili esposte nel prodromo della grande anatomia di *P. Mascagni*. Ibid. fol.

Mascagni, Vasorum lymphaticorum corp. hum. historia et ichnographia. Senis 1787. fol. Vert. in *Cruikshank* und *Mascagni*, Geschichte en Beschreibung der Saugadern. Bd. II. Lpz. 1798. 4.

C. Mayer, Die Elementarorganisation des Seelenorganes. Bonn 1840. 4.

——— Die Metamorphose der Monaden. Bonn. 1840. 4.

Meckauer, De penitiori cartilaginum structura symbolae. Dis inaug. Wratisl. 1836. 4.

J. F. Meckel, Diss. epistolaris de vasis lymphaticis in *Monro* et *Meckel*, De vasis lymphaticis, opusc. anat. Lipz. 1760. 8.

———————— Handbuch der menschlichen Anatomie. Bd. I—IV. Halle 1815—20. 8.

Meyen, Neues System der Pflanzenphysiologie. Bd. I—III. Berl. 1836—39. 8.

Meyer, De musculis in ductibus efferentibus glandularum Diss. inaug. Berol. 1838. 8.

Miescher, De inflammatione ossium eorumque anatome generali; accedunt *J. Mülleri* observationes de canaliculis corpusculorum ossium atque de modo, quo terrea materia in ossibus continetur. Berol. 1836. 4.

Monro, De testibus et de semine in variis animalibus. Edinb. 1755.

J. Müller, Bildungsgeschichte der Genitalien aus anatomischen Untersuchungen an Embryonen des Menschen und der Thiere. Düsseld. 1830. 4.

—————— Handbuch der Physiologie des Menschen für Vorlesungen. 3te verb. Aufl. Coblenz 1837. 8.

—————— Ueber den feinen Bau und die Formen der krankhaften Geschwülste. Lief. I. Berl. 1838. Fol.

—————— Ueber die organischen Nerven der erectilen männlichen Geschlechtsorgane des Menschen und der Säugethiere. Berl. 1836. Fol.

—————— Zur vergleichenden Physiologie des Gesichtssinnes des Menschen und der Thiere. Leipzig 1826. 8.

—————— De glandularum secernentium structura penitiori earumque prima formatione in homine atque animalibus. Lips. 1830. Fol.

Muys, Musculorum artificiosa fabrica. Lugd. Bat. 1751. 4.

F. Nasse und *H. Nasse*, Untersuchungen zur Physiologie und Pathologie. Bd. I. II. Bonn 1835. ff. 8.

H. Nasse, Das Blut in mehrfacher Beziehung, physiologisch und pathologisch untersucht. Bonn 1836. 8.

Otto, Lehrbuch der pathologischen Anatomie des Menschen und der Thiere. Bd. I. Berl. 1830. 8.

Pappenheim, Die specielle Gewebelehre des Gehörorganes nach Structur, Entwickelung und Krankheit. Breslau 1840. 8.

—————— Zur Kenntniss der Verdauung im gesunden und kranken Zustande. Breslau 1839. 8.

Parry, Experimentaluntersuchung über die Natur, Ursache und Verschiedenheit des arteriösen Pulses. Aus dem Engl. von *E. von Embden*. Hannover 1816. 8.

Pauli, Comment. physiol. chirurg. de vulneribus sanandis. Gotting 1825. 4.

Prochaska, De carne musculari tractatus anatomico-physiologicus. Vienn. 1778. 8.

—————— Disquisitio anatomico-physiologica organismi corp. humani ejusque processus vitalis. Vienn. 1812. 8.

—————— Institutionum physiologiae humanae in usum suarum praelectionum conscript. Vol. I. II. Vienn. 1805. 8.

Purkinje et *Valentin*, De phaenomeno generali et fundamentali motus vibratorii continui in membranis animalium etc. Wratisl. 1835. 4.

v. Rapp, Die Verrichtungen des fünften Hirnnervenpaares. Lpz. 1832. 4.

Raschkow, Meletemata circa mammalium dentium evolutionem. Diss. inaug. Wratisl. 1835. 4.

Raspail, Système de chimie organique. 2e ed. T. I. II. Brux. 1839. 8. avec Atlas.

Rathke, Abhandlungen zur Bildungs- und Entwickelungsgeschichte des Menschen und der Thiere. Thl. I. II. Leipzig 1832, 33. 4.

——— Entwickelungsgeschichte der Natter. Köningsb. 1839. 4.

Reich, De membrana pupillari. Diss. inaug. Berol. 1833. 4.

Reichel, De sanguine ejusque motu experimenta. Lips. 1767. 4.

Reichert, Das Entwickelungsleben im Wirbelthierreich. Berlin 1840. 4.

Reisseissen, Ueber den Bau der Lungen. Berl. 1822. Fol.

Remak, Observationes anatomicae et microscopicae de systematis nervosi structura, Berol 1838. 4.

Rosenmüller, Handbuch der Anatomie des menschlichen Körpers. 6te Aufl. Herausg. von *E. H. Weber*. Leipzig 1840. 8.

Rosenthal, De formatione granulosa. Diss. inaug. Wratisl. 1839. 8.

E. Rousseau, Anatomie comparée du système dentaire chez l'homme et chez les principaux animaux. Paris 1827. 4.

Rudolphi, Grundriss der Physiologie. Bd. I. II. Berl. 1821—28. 8.

Rust, Theoret.-praktisches Handbuch der Chirurgie in alphabet. Ordnung. Bd. I—XVII. Berl. 1830—36. 8.

Ruysch, De fabrica glandularum. Amst. 1733. 4.

Sandifort, Thesaurus dissertationum programmatum aliorumque opusculorum selectissimorum. T. I—III. Lugd. Bat. 1769—78. 4.

Santorini, Observat. anatomicae. Venet. 1724. 4.

Scarpa, De penitiori ossium structura commentarius. Lips. 1799. 4.

J. C. Schmidt, Ueber die Blutkörner. Würzb. 1822. 4.

Schreger, Theoret. und prakt. Beiträge zur Cultur der Saugaderlehre. Bd. I. 1793. 8.

———— De irritabilite vasorum lymphaticorum. Lips. 1789. 8.

Schriften der Berl. Gesellschaft naturf. Freunde. Berl. 1780 ff. 8.

C. H. Schultz, De alimentorum concoctione experimenta nova. Berol. 1834. 4.

——————— Das System der Circulation in seiner Entwickelung durch die Thierreihe. Stuttg. 1836. 8.

S. Schultze, Systemat. Lehrbuch der vergleichenden Anatomie. I. Abth. Allg. Anatomie. Berl. 1828. 8.

Schumlanski, De structura renum tractatus physiologico-anatomicus, edente *G. C. Würtz*. Argent. 1788. 8.

Schwann, Mikroskopische Untersuchungen über die Uebereinstimmung in der Structur und dem Wachsthum der Thiere und Pflanzen. Berl. 1839. 8.

Seiler, Naturlehre des Menschen, mit Bemerkungen aus der vergleichenden Anatomie, für Künstler und Kunstfreunde. Dresd. 1826. 8. Mit Atl.

Senac, Traité de la structure du coeur, de son action et de ses maladies. T. I. II. Paris 1749. 4.

Serres, Essai sur l'anatomie et la physiologie des dents, ou nouvelle théorie de la dentition. Paris 1817. 8.

G. v. Setten, De salivae natura atque indole. Diss. inaug. Groning. 1836. 8.

C. Th. v. Siebold, Beiträge zur Naturgeschichte der wirbellosen Thiere. Danzig 1839. 4.

F. Simon, Handbuch der angewandten medicinischen Chemie nach dem neuesten Standpunkt der Wissenschaft. Th. I. Berl. 1840. 8.

W. Sömmerring, Beobachtungen über die organischen Veränderungen im Auge nach Staaroperationen. Frankf. 1828. 8.

S. T. Sömmerring, Vom Baue des menschlichen Körpers. Thl. I—V. Frankf. 1791 — 96. 8.

Spallanzani, Expériences sur la circulation, traduit de l'Italien. Paris An VIII. 8.

Steinbuch, Analekten neuer Beobachtungen für die Naturkunde. Fürth 1802. 8.

Steinrück, De nervorum regeneratione. Diss. inaug. Berol. 1838. 4.

Stilling, Physiologische, pathologische und medicinisch-praktische Untersuchungen über die Spinalirritation. Lpz. 1840. 8.

F. Tiedemann u. L. Gmelin, Die Verdauung nach Versuchen. Bd. I. II. Heidelb. 1831. 4.

——————— Versuch über die Wege, auf welchen Substanzen aus dem Magen u. Darmcanal ins Blut gelangen u. s. w. Heidelb. 1820. 8.

G. R. Treviranus, Beiträge zur Aufklärung der Erscheinungen und Gesetze des organischen Lebens. Bd. I. Heft. 1—4. Brem. 1835—37. 8.

G. R. u. L. C. Treviranus, Vermischte Schriften anatomischen u. physiologischen Inhalts. Bd. I. Götting. 1816. 8.

Todd, The cyclopaedia of anatomy and physiology. Vol. I—III. Lond. 1836—41. 8

G. M. Della Torre, Nuove osservazioni microscopiche. Napoli 1776. 4.

Valentin, De functionibus nervorum cerebralium et nervi sympathici libri IV. Bern. et Sangall. 1839. 4.

———— Handbuch der Entwickelungsgeschichte des Menschen. Berl. 1835. 8.

———— Historiae evolutionis systematis muscularis prolusio. Diss. inaug. Wratisl 1832. 4.

———— Ueber den Verlauf und die Enden der Nerven aus den N. A. Nat. Curios. Vol. XVII. besonders abgedruckt. Bonn. 1836.

Verschuir, De arteriarum et venarum vi irritabili. Groning. 1766.

J. Vogel, Anleitung zum Gebrauch des Mikroskopes zur zoöchemischen Analyse und zur mikroskopischen Untersuchung. Lpz. 1841. 8.

———— Physiologisch-pathologische Untersuchungen über Eiter, Eiterung etc. Erlangen 1838. 8.

———— Prodromus disquisitionis sputorum in variis morbis excreatorum. Diss. inaug. Monach. 1838. 8.

Volcherus Coiter, Externarum et internarum principalium humani corporis partium tabulae atque anatomicae exercitationis etc. Norimberg. 1573. fol.

Volkmann, Neue Beiträge zur Physiologie des Gesichtssinnes. Lpz. 1836. 8.

R. Wagner, Icones physiologicae, tabulae physiologiam et geneseos historiam illustrantes fasc. I—III. Lips. 1839. fol.

———— Lehrbuch der Physiologie für akademische Vorlesungen. Abth. 1. 2. 1839, 40. 8.

R. Wagner, Lehrbuch der vergleichenden Anatomie. Lpz. 1834, 35. 8.
——— Partium elementarium organorum quae sunt in homine atque animalibus mensiones micrometricae. Lips. 1834. 4.
——— Prodromus historiae generationis hominis atque animalium. Lips.
——— Zur vergleichenden Physiologie des Blutes. Lpz. 1833. 8. Beitrage zur vergleichenden Physiologie. Hft. II. t. z. p. 1838.
J. G. Walter, De venis oculi ad *G. Hunterum*. Berol. 1778. 4.
Wasmann, De digestione nonnulla. Diss. inaug. Berol. 1839. 8.
E. H. Weber, De aure et auditu hominis et animalium. P. I. Lips. 1820. 4.
——— De pulsu, resorptione, auditu hominis et tactu. Annotationes anatomicae et physiologicae. Lips. 1834. 4.
M. J. Weber, Die Zergliederungskunst des menschlichen Körpers. 1te Athlg. Elemente der allgemeinen Anatomie. Bonn 1826. 8.
Wedemeijer, Untersuchung über den Kreislauf des Blutes. Hannov. 1828. 8.
A. Wendt, De epidermide humana. Diss. inaug. Wratisl. 1833. 4.
Werner et Feller, Vasorum lacteorum atque lymphaticorum anatomico-physiologica descriptio. Fasc. I. Lips. 1784. 4.
Westrumb, Untersuchungen über die Einsaugungskraft der Venen. Hannov. 1825. 8.
Winslow, Exposition anatomique de la structure du corps humain. Paris 1732. 4.
Wutzer, De corporis humani gangliorum fabrica et usu monographia. Berol. 1817. 4.
Zinn, Descriptio anatomica oculi humani, icon. illustr. Ed. II. Götting. 1780. 4.
—— Observationes quaedam botanicae et anatomicae de vasis subtilioribus oculi et de cochlea auris. Götting. 1753. 4.



OVER DE

SCHEIKUNDIGE BESTANDDEELEN

VAN HET

MENSCHELIJK LIGCHAAM.

De vochten en weefsels van het dierlijk ligchaam blijken, wanneer zij na den dood of na hunne scheiding van het levende ligchaam langs eenen scheikundigen weg, zoo lang mogelijk, ontleed worden, uit een zeker aantal van grondstoffen te zijn zamengesteld, welke de organische ligchamen met de onbewerktuigde (*leblosen*) natuur gemeen hebben.

In het gezonde menschelijk organisme zijn tot nog toe de volgende eenvoudige stoffen aangetoond:

1. Zuurstof.	10. Sodium.
2. Waterstof.	11. Calcium.
3. Stikstof.	12. Magnesium.
4. Koolstof.	13. Silicium.
5. Phosphor.	14. Aluminium.
6. Chloor.	15. IJzer.
7. Zwavel.	16. Manganium.
8. Fluorium.	17. Titanium.
9. Potassium.	18. Arsenicum. (?)

Van deze vormen de vier eerstgenoemden de hoofdbestanddeelen der vloeistoffen en der weeke weefsels; kalkaarde is, in verbinding met phosphorzuur en koolzuur, in groote hoeveelheid in de beenderen aanwezig. De overige grondstoffen komen slechts in geringe hoeveelheden voor; sommige zijn nog twijfelachtig.

Potassium, sodium en magnesium maken, even als het calcium, in verbinding met chloor, of in geoxydeerden toestand met kool-, zwavel-, phosphorzuur, een bestanddeel uit van de asch der meeste dierlijke zelfstandigheden. Het ijzer vormt een wezenlijk bestanddeel van het bloedrood en van het zwarte pigment; ook in de kristallens en in de haren is ijzer gevonden. Zwavel vertoont zich óf

in de asch van dierlijke zelfstandigheden in zwavelzure zouten, óf zij ontwikkelt zich als zwavelwaterstofgas bij de ontleding derzelve, bij het koken van eiwit, bij de rotting, enz. Het fluorium werd in verbinding met calcium in het glazuursel der tanden aangetoond; silicium en manganium zouden in de haren, het laatste ook in de beenderen voorkomen (FOURCROY en VAUQUELIN); aluinaarde wil MORICHINI in het glazuursel der tanden, FOURCROY en VAUQUELIN willen haar in menschenbeenderen gevonden hebben. Volgens JAHN (1) komt zij in witte haren, volgens SCHLOSSBERGER (2) in het vleesch van visschen voor. Titanium werd door O. REES (3) in de zouten gevonden, welke uit de bijnieren verkregen werden. Over de aanwezigheid van arsenicum in het menschelijk ligchaam is eerst dezer dagen, bij gelegenheid van een geregtelijk onderzoek omtrent arsenicum-vergiftiging, sprake geweest. RASPAIL en ORFILA hebben gemeend door middel van den toestel van MARSH een spoor van arsenicum in de spieren en beenderen te ontdekken, en hielden het voor waarschijnlijk, dat het door de phosphor bevattende voedingsmiddelen in het ligchaam geraakte, bij welke somtijds arsenicum in kleine hoeveelheden bijgemengd is. FLANDIN en DANGER (4) kwamen tegen deze waarneming op, en toonden aan, dat er door eene verbinding van zwavelzure en phosphorzure ammonia met eene dierlijke zelfstandigheid vlekken ontstaan, welke met die van arsenicum veel overeenkomst bezitten. Zij konden zelfs in de beenderen geen arsenicum ontdekken.

Men heeft de vraag geopperd, of deze stoffen alle wezenlijk tot het ligchaam behooren, dan of zij slechts toevallig door het voedsel in hetzelve voorkomen. Deze onderscheiding is niet streng vol te houden, daar alle stoffen van buiten worden aangevoerd en alle zelfstandigheden, die in de dierlijke vochten oplosbaar zijn, ook haren weg door het ligchaam moeten maken. Alleen daarvan kan sprake zijn, of zij met de dierlijke weefsels verbonden blijven, dan of zij door eene aantrekking van bijzondere afscheidingswerktuigen

(1) *Der Haarartz*, I, 48.

(2) *Untersuchungen über d. Fleisch verschied. Thiere*. S. 39.

(3) *Lond. and Edinb. phil. Mag.* V, 398. — Verg. MARCHAND, in POGGENDORF *Ann.* XLV, 342.

(4) *l'Institut*, No. 566.

terstond weder worden verwijderd. De wezenlijke en toevallige bestanddeelen zouden scherper van elkander onderscheiden zijn, wanneer men nog geloofde, dat het organische ligchaam in staat was ook deszelfs eenvoudige stoffen uit de elementen te vormen. Voor de planten schijnt dit echter door de nieuwere en meer afdoende proeven wederlegd te zijn (1); bij de dieren is de vorming der kalkaarde voor de eerste ontwikkeling der beenderen nog aan zwarigheden onderworpen, en in dit opzigt zijn herhaalde proeven, voornamelijk omtrent het kalkgehalte der eijeren, zeer gewenscht. Dat bij de zoogdieren, tijdens de beenwording, de kalk door het bloed der moeder wordt verschaft, laat zich door het onderzoek der zoogenaamde lithopaedia bewijzen. Onder dezen naam verstaat men vruchten, welke, na hunne volkomene ontwikkeling, door eene gebrekkige ligging, of door eene toevallige sluiting der wegen, welke de vrucht vóór de geboorte moet afleggen, in den uterus verblijven. In dit geval vindt men eerst de vaten van de baarmoeder omkorst, en bij de herkaauwende dieren de slijmklieren, welke zich aan de binnenste oppervlakte der baarmoeder openen, met mikroskopische korreltjes van kalkzouten opgevuld. Later verbeenen ook de uterus, de vliezen van het ei, en zelfs deelen aan de oppervlakte van de vrucht. Het schijnt alzoo, dat door de aanwezigheid van het foetus de toevoer van kalkaarde wordt onderhouden, en dat er, nadat het verbruik derzelve door het embryo heeft opgehouden, eene nederzetting van kalkaarde om de genoemde buizen en op de weefsels plaats grijpt.

Met betrekking tot de verwijderde bestanddeelen zijn derhalve de organische ligchamen van die der onbewerktuigde (*todten*) natuur niet wezenlijk onderscheiden: want hoewel ook slechts een klein gedeelte der organische grondstoffen in de zamenstelling van organische wezens wordt opgenomen, zoo komt er toch in deze geene eenvoudige stof voor, die ook niet in de onbewerktuigde natuur gevonden wordt. Maar op eene geheel eigenaardige wijze zijn de verbindingen dezer grondstoffen in organische ligchamen gevormd. Hoewel zij in deze ook in zuiveren toestand of in die tweeledige zamenstellingen voorkomen, welke wij in de anorganische natuur

(1) MEYEN's *Pflanzenphysiologie*, II. 130, 532 en volg.

ontmoeten en die in onze laboratoria kunstmatig worden daargesteld, komen zij echter veel menigvuldiger in verbindingen voor, die zich niet gemakkelijk anders dan weder in soortgelijke verbindingen of terstond in de eenvoudige grondstoffen laten ontleden, en zich kunstmatig niet weder laten zamenstellen.

Stikstof en zuurstof komen zuiver, zuurstof en koolstof in tweeledige (*binaire*) verbinding als koolzuur in het bloed voor, en kunnen door middel der luchtpomp uit hetzelve ontwikkeld en door andere gassoorten uitgedreven worden, even als dit met elke andere vloeistof het geval is, welke gassoorten in opgelosten toestand bevat. Koolzuur is in de urine, in de long- en huiduitwaseming aanwezig; stikstof, koolzuur, kool- en zwavelwaterstof zijn gasvormig in het darmkanaal voorhanden. Zuurstof en waterstof vormen in hare tweeledige verbinding als water het voermiddel van alle dierlijke vloeistoffen, en doordringen ook de vaste deelen zoodanig, dat deze eene zekere mate van weekheid behouden. Wanneer deze stoffen door verdamping het water verliezen, dan worden zij hard en broos. Onder gunstige omstandigheden trekken zij weder water aan, en herkrijgen daardoor meer of minder volkomen hare natuurlijke gedaante, ja zelfs hare levenseigenschappen, zoo als dit van verscheidene lagere planten en van eenige afgietseldiertjes bekend is. Slechts zuiver water, of water, dat eene kleine hoeveelheid zout opgelost bevat, kan door de gedroogde dierlijke zelfstandigheden worden opgenomen; zamengedrongene zoutoplossingen onttrekken veeleer, volgens wetten, welke wij later zullen beschouwen, het water aan de versche weefsels, waarop de bewaring van dierlijke zelfstandigheden door middel van zouten berust. Chloor en waterstof zijn als zoutzuur in het maagsap en in het vocht van den blinden darm aanwezig; phosphorzure en koolzure kalk- en bitter-aarde, als ook phosphorzure soda, komen in de beenderen, ei- en kreeftschalen, in mosselschelpen en in het bloed in eene groote hoeveelheid voor. In de beenderen ziet men deze zouten met het gewapende oog in bijzondere kanaaltjes als een kristalachtig poeder nedergezet; evenwel is de aldus nedergezette zelfstandigheid slechts een deel der kalkaarde, welke in de beenderen bevat is, terwijl een ander gedeelte, aan het kraakbeen gebonden en met hetzelve tot een gelijkaardig sponsachtig weefsel vereenigd, niet met het oog kan worden waargenomen,

maar desniettemin door dezelfde behandeling als het vorige, namelijk door de behandeling met zuren, kan worden afgescheiden. Het is zeker, dat in de beenderen de phosphorzure kalk reeds als eene tweeledige verbinding gedurende het leven aanwezig is: want de meekrap, welke door de beenderen van het levende dier uit het bloed wordt opgenomen, wanneer men dieren met deze zelfstandigheid voedt, heeft verwantschap tot den phosphorzuren kalk, maar niet tot de afzonderlijke grondstoffen van denzelven.

Deze en vele andere tweeledig zamengestelde zouten, het meest chloorsodium, chloorpotassium, chloorammonium, zwavelzure potasch, koolzure potasch, zwavelzure, koolzure en phosphorzure soda en dubbel koolzure ammonia, komen deels in de bloedwei, deels in de afgescheidene vochten voor; zij worden door middel der gewone scheikundige herkenningsmiddelen aangetoond, maar dikwijls ook bij het verdampen der vloeistof in den vorm van mikroskopische kristallen nedergeslagen. Uit de urine waren deze kristallen reeds aan de oudere waarnemers, b.v. Ledermüller, bekend. In het zaad werden zij door Vauquelin (1), in eiwit door Raspail (2), in de lymphe door H. Nasse (3), in de allantoïs vloeistof door Gurlt (4) waargenomen. Schönlein (5) heeft ons op de mikroskopische kristallen in de uitwerpselen van typhuslijders opmerkzaam gemaakt, en geloofde, dat zij tot de herkenning van den typhus konden gebezigd worden. J. Müller (6) vond ze ook in andere uitwerpselen. Harrison (7) ontdekte kristallen uit phosphorzure ammonia en bitteraarde op sommige deelen van het buikvlies en der arachnoidea, en na hem heeft voornamelijk Gluge dit onderwerp vervolgd en de kristalvormen uit vele gezonde en zieke vloeistoffen en weefsels beschreven (8). De kristalvormige sedimenten der urine werden door Vigla naauwkeuriger onderzocht (9). Onlangs beschreef Hüne-

(1) *Ann. de Chimie et de Physique.* IX, 61.
(2) *Système de Chimie org.* § 1507. Pl. VIII. fig. 12.
(3) Tiedemann und Treviranus *Zeitschrift.* V. 1. S. 30.
(4) Verg. *Physiol.* S. 544.
(5) Müller's *Archiv*, 1836. S. 258. Taf. XI.
(6) t. a. p. S. 261.
(7) Fricke u. Oppenheim *Zeitschrift.* 1836 II, 510.
(8) *Anatomisch-mikroskop. Unters.* S. 89. Taf. IV. V.
(9) *L'Expérience*, 1838 No. 26, 27.

FELD (1) uit het bloed plaatvormige kristallen, welke zich bij het verdroogen van bloed hadden afgescheiden en met de kristallen van phosphorzure ammonia en soda veel overeenkomst bezaten.

Ook komen er inwendig in het levende ligchaam nederslagen van zouten, voornamelijk van kalkzouten voor, meestal in de gedaante van zeer kleine korreltjes, doch ook in volkomen ontwikkelde kristalvormen. Als mikroskopische korreltjes komen de kalkzouten voor in de kanaaltjes der beenderen en tanden, in de beenige vormsels op den inwendigen vaatrok, die bij oude individuën zoo menigvuldig voorkomen. Volgens de waarneming van HASSENSTEIN (2) is het tapetum der verscheurende dieren met eene laag van mikroskopische korreltjes van een kalkzout, waarschijnlijk phosphorzure kalk, bedekt. Korreltjes, welke uit koolzuren kalk bestonden, vond ik in den inhoud der vliezige zakken aan de spijsbuis van den regenworm en wel in de vier achtersten, terwijl de vaste bestanddeelen van den inhoud van het voorste paar wel van dezelfde chemische gesteldheid waren, maar kristalvorm bezaten (3). In hoogst fijne korreltjes wordt de koolzure kalk nedergeslagen in de kijsten, welke de *cysticercus*, *trichina* en andere blaaswormen bewonen. Ook de kogeltjes, welke de buikholte van het merkwaardige, onder den naam van *proteus tenax* bekend staande entozoön van den regenworm opvullen, bestaan uit een kalkzout en worden zonder opbruising in zoutzuur opgelost. — Daarentegen komt de koolzure kalk in de zakjes, welke bij de kruipende dieren de plaatsen omgeven, waar de zenuwen den schedel en de rugwervelen verlaten, in de gedaante van zeszijdige zuiltjes voor, met dubbele driezijdige of zeszijdige toegespitste puntjes (4), de kleinste kleiner dan 0,001''', de grootste meer dan 0,01''' lang. Soortgelijke kristallen vond EHRENBERG ook in het achterhoofd bij riviervisschen en zelfs bij zoogdieren, namelijk bij *vespertilio murinus*. Bij alle gewervelde dieren liggen er kristallen van denzelfden vorm, en eveneens uit koolzuren kalk

(1) *Der Chemismus in der thier. Organisation*. S. 160. Fig. 7. 8.

(2) *De luce ex quorundam animalium oculis prodeunte atque de tapeto lucido*. Jenae 1836.

(3) MÜLLER'S *Archiv*, 1835. S. 581. Vergel. v. SIEBOLD t. a. p. 1836. S. 52. VALENTIN'S *Repert*. I, 21.

(4) EHRENBERG in POGGENDORF'S *Annal*. XXVIII. 465. Taf. VI. HUSCHKE in de *Isis* 1838. Heft 7. S. MÜLLER in zijn *Archiv*, 1834. S. 158.

bestaande, op zekere plaatsen van het vliezige doolhof. Zij zijn bij de visschen tot geheele groepen van kristallen aangegroeid. Eene uitvoerige beschrijving derzelve zullen wij later laten volgen. Hiertoe behooren verder de steentjes der pijnappelklier, die bij oudere individuën zoo gewoon zijn, dat men ze wel voor normale producten houden moet. Meestal bestaat het hersenzand (*acervulus Soemmeringi*) uit kogelvormige ligchaampjes; intusschen zag VALENTIN (1) in eenige gevallen ook kleine quadraatvormige zuiltjes. In de kraakbeenige bekleedsels van *ascidia mamillata* komen volgens R. WAGNER (2) kleine, deels toegespitste, deels stomp afgebrokene kristallen voor. Rhomboëdrische kristallen van koolzuren kalk heeft TURPIN (3) aan de binnenste oppervlakte der eischalen van *helix adspersa*, VALENTIN in de eischalen der hagedissen (4) en van eenige slangen en sepiën (5) gevonden. Ook in de blinde darmvormige kanalen der vrouwelijke voortplantingswerktuigen van den kakkerlak (*blatta orientalis*) vertoonen zich kristallen in den vorm van regelmatige spitse rhomboëders of rhomboëdrische plaatjes (6). In polypen, zwammen en in vele planten zijn kristalachtige vormsels in het geheel niet zeldzaam en reeds sedert geruimen tijd bekend.

In vele der aangevoerde gevallen is het echter nog niet uitgemaakt, of de kristallen eenvoudige organische nederslagen, dan wel of zij niet veeleer omkorstingen zijn van organische vorm-elementen, of zij alzoo in het laatste geval hunne regelmatige gedaante niet alleen aan de weeke, organische grondlaag verschuldigd zijn. Dikwijls blijft er namelijk, wanneer men de zouten door zuren heeft opgelost, eene organische massa terug, welke den vroegeren vorm behoudt. Hier zijn drie gevallen mogelijk: 1. De organische stof is slechts een nederslag op het kristal, en hangt uitwendig aan hetzelve aan. 2. Het kristal ligt binnen in eene organische cel, digt door den celwand omgeven. Voorbeelden hiervan heeft MEYEN

(1) *Verlauf u. Enden d. Nerven.* S. 48. Fig. 25.

(2) *Lehrb. d. vergl. Anat.* S. 60.

(3) *Annales d. sc. nat.* 1832.

(4) MÜLLER'S *Archiv.* 1836. S. 256.

(5) *Repertor.* 1838. S. 311. Fig. 5. 8.

(6) v. SIEBOLD in MÜLLER'S *Archiv* 1836. S. 52. VALENTIN'S *Repertor.* I. 114.

ons uit planten aangevoerd (1). Volgens KRIEGER (2) zijn ook de oorkristallen der gewervelde dieren elk in een vliezig blaasje ingesloten. Deze kristallen zijn derhalve van de anorganische kristalachtige sedimenten slechts door de plaats, waar zij gevormd worden, onderscheiden. 3. De vorm der schijnbaar kristalachtige ligchamen wordt door de organische grondlaag bepaald, waarin de aardachtige bestanddeelen op eene niet verder verklaarbare wijze worden nedergezet. Dit schijnt bij de kogelachtige vormsels gewoonlijk plaats te grijpen. Zoo komen er b. v. aan de *plexus chorioidei* en op andere plaatsen der hersenen ovale kogeltjes van eene bepaalde grootte voor, welke onder opbruising in zoutzuur worden opgelost, maar eene cel teruglaten, welke van eene kern voorzien is en den vorm der gangliën-kogeltjes bezit (3); deze vormde alzoo de grondlaag der kalkdepositie. De door VALENTIN ontdekte kalknederzettingen geven bij verhitting kool, en laten bij de behandeling met zuren eene weeke massa terug, welke uitwendig nog den vroegeren vorm en de vorige stuctuur vertoont. Hetzelfde heeft bij de kreeftsoogen plaats (4). In de urine heeft VIGLA zwartachtige kogeltjes gevonden, welke als nederslagen van piszure magnesia werden herkend. Water loste de zelfstandigheid op, welke aan de kogeltjes de zwarte kleur mededeelde, en deze bleven in den vorm van slijmkogeltjes of nog kleinere terug (5). Ook de zoogenaamde kristalhoopjes in de bladen van *ficus elastica* zijn niets anders dan omkorste organische vormsels; van daar ook de uitstekende puntjes, welke ons eene meer naauwkeurige beschouwing doet zien, zonder de aan de kristallen eigendommelijke scherpe kanten (6). Schijnbaar puntige kristallen worden op die wijze daargesteld, dat verlengde cellen omkorst worden, zoo als bij de beschrijving van het tandglazuursel zal worden aangetoond. De vorm der terugblijvende cel, en vooral de aanwezigheid van de celkern, laten daaromtrent geenen twijfel over.

De vraag, of wij nederslagen dan wel omkorstingen in sommige gevallen voor ons hebben, is in vele opzigten en vooral voor de

(1) *Pflanzenphysiologie*, I, 231.

(2) *De otolithis*, p. 15.

(3) REMAK, *Observ. anat. de syst. nerv. structura*, p. 21.

(4) Verg. OESTERLEN en MÜLLER'S *Archiv*, 1840. S. 432.

(5) *l'Experience*, 1838. No. 27.

(6) MEYEN in MÜLLER'S *Archiv*, 1839. S. 255

theorie der steenziekten van gewigt. De bewerktuigde stof in de kernen der niersteenen, het bindmiddel volgens v. WALTHER, geeft te kennen, dat er nog iets anders dan alleen oververzadiging der urine met zouten, bij de vorming dezer steenen, zamenloopt. Voor ons tegenwoordig onderzoek is het echter onverschillig, of wij de kristallen voor echt of onecht verklaren; in alle gevallen zijn de bestanddeelen derzelve, even als in de anorganische natuur, tweeledig verbonden, en zoo ook als zouten bij de weeke weefsels of de vloeistoffen bijgemengd.

Van eenige andere metalen en metalloïden, ijzer, phosphorus, zwavel, fluorium, manganium, silicium, is het niet zoo zeker, of zij in tweeledige verbindingen bij de organische stoffen slechts bijgemengd zijn, dan of zij met deze op eene meer innige wijze en in oorspronkelijken toestand zijn verbonden. De meesten derzelve kunnen niet langs den gewonen scheikundigen weg worden aangetoond, maar slechts bij de ontbinding of na de verbranding, dat is na de ontleding der organische bestanddeelen in de eenvoudige grondstoffen. Later moet ik hierop nog terugkomen.

Van die grondstoffen echter, welke de hoofdmassa uitmaken, koolstof, waterstof, zuurstof en stikstof, zijn er in de meeste dierlijke en plantaardige zelfstandigheden, zoo als reeds is opgegeven, drie of vier op eene eigenaardige wijze verbonden; de meeste stoffen, welke uit dezelve bestaan, kunnen noch kunstmatig in de gewone tweeledige verbindingen dezer grondstoffen worden ontleed, noch uit de twee verbindingen worden zamengesteld. In anorganische ligchamen, welke uit drie of vier grondstoffen gevormd zijn, staan de elementen gewoonlijk twee aan twee in een naauwer verband met elkander, en zoo kan in een zout het zuur, dat uit een radicaal en zuurstof tweeledig is gevormd, van de tweeledig zamengestelde basis door een sterker zuur zonder ontleding van het eene of andere dezer bestanddeelen worden gescheiden. Van de drie of vier grondstoffen eener organische verbinding laat zich echter gewoonlijk geen enkel afscheiden, zonder dat ook gelijktijdig de overige zich volkomen van elkander vrij maken. Stoffen, welker bestanddeelen in eene zoodanige betrekking tot elkander staan, worden bij voorkeur *organische verbindingen* en in tegenoverstelling van de eenvoudige of verwijderde grondstoffen de *naaste* dierlijke en

plantaardige bestanddeelen genoemd. Onder de naaste bestanddeelen van het plantenrijk zijn er wel is waar ook eenige, die uit niet meer dan twee grondstoffen, koolstof en waterstof, of koolstof en zuurstof, zijn zamengesteld; maar de stoffen, in welke de *dierlijke* weefsels en vloeistoffen het eerst worden ontleed, of welke door zekere scheikundige behandelingen uit de dierlijke weefsels en vloeistoffen worden verkregen, zijn ten minste uit drie en nog menigvuldiger uit vier grondstoffen zamengesteld, uit koolstof, waterstof en zuurstof, waarbij in de meer zamengestelde nog stikstof komt.

Volgens de vroegere meening van FOURCROY en anderen zijn deze drie of vier bestanddeelen alle op eene gelijke wijze en even vast met elkander verbonden. De organische stoffen werden diensvolgens als drieledige (*ternaire*) en vierledige (*quaternaire*) verbindingen beschouwd. Zoo dit echter het geval ware, dan zouden zij niet alleen specifiek van de anorganische ligchamen verschillen, maar er zouden ook voor de bewerktuigde natuur geheel andere wetten der scheikundige aantrekking bestaan, dan voor de onbewerktuigde. Hierbij kon de wetenschap niet blijven berusten, en van verschillende kanten stelde men pogingen in het werk, om de verschijnselen in het gebied der organische scheikunde met de grondwetten der anorganische in overeenstemming te brengen.

GAY-LUSSAC verklaarde de organische zelfstandigheden regtstreeks voor vereenigingen uit de bekende anorganische verbindingen, den æther b. v. voor een mengsel uit koolwaterstof en water, het azijnzuur voor een mengsel uit kool-oxyde, water en koolwaterstof. BERZELIUS beschouwt alle organische ligchamen, welke zuurstof bevatten, als oxyden van zamengestelde radicalen, of als verbindingen van zoodanige oxyden. Een voorbeeld van zulk een zamengesteld radicaal, hetwelk in staat is om zoowel met waterstof als met zuurstof zuren te vormen, en hetwelk alle overige eigenschappen der eenvoudige zoutvormers bezit, kent men reeds lang in het cyanogenium, eene zelfstandigheid, welke uit een gelijk aantal atomen stikstof en koolstof bestaat. Op soortgelijke wijze kan men de organische zelfstandigheden, die uit koolstof, waterstof en zuurstof, of uit koolstof, stikstof en zuurstof bestaan, als verbindingen beschouwen van zuurstof met radicalen, die uit koolstof en waterstof of uit koolstof en stikstof bestaan, al zijn zij ook uit andere hoe-

veelheden gevormd, dan de verbindingen van koolstof met stikstof en waterstof, die in de onbewerktnigde natuur voorkomen. Volgens deze beschouwing zoude de æther uit vier atomen koolstof, tien atomen waterstof en één atoom zuurstof zijn zamengesteld, terwijl $C^4 H^{10}$ als het radicaal kan worden aangemerkt. Azijnzuur zoude als $C^4 H^6 + 3O$ kunnen worden voorgesteld. Bij ligchamen, die uit vier grondstoffen bestaan, moeten er drie tot de zamenstelling van het radicaal bijdragen, en dit kan weder uit een tweeledig en een eenvoudig bestanddeel, of uit twee *binaire* verbindingen zijn zamengesteld, b. v. uit koolstikstof en waterstof, of uit koolwaterstof en stikstof, of uit koolwaterstof en koolstikstof, enz.

Om aan te toonen, dat deze wijze van beschouwing als de juiste is aan te merken, moesten er middelen worden ontdekt, om aan de organische ligchamen geheel of gedeeltelijk hunne zuurstof te ontrekken, en de radicalen geïsoleerd of in verschillende verzuringstrappen daar te stellen, of men moest trachten de zuurstof door waterstof, zwavel, chloor enz. te vervangen. Het aantal waarnemingen van dezen aard is ongetwijfeld reeds niet meer gering. Het volkomenst ziet men dit bij het cyan plaats grijpen, hetwelk toch ook eene organische stof, ten minste door de ontleding van organische stoffen verkregen is. Zoo wordt het alkarsin ($C_4 H_{12} As_2 + O$) door de eenvoudige opname van zuurstof in alkargen ($C_4 H_{12} As_2 + 3O$) veranderd, en dit wordt wederom door herleidende middelen, zoo als b.v. phosphorigzuur, in alkarsin omgezet. Van het acetyl heeft LIEBIG drie verzuringstrappen ontdekt, aldehyd $C^4 H^8 + O$, acetylig zuur $C^4 H^6 + 2O$, terwijl het eigenlijke azijnzuur $C^4 H^6 + 3O$ is 1). Aether, als oxyde van het radicaal $C^4 H^{10}$, kan niet alleen zich met zuurstofzuren verbinden (azijnaether), maar ook zijne zuurstof tegen chlorium en jodium afgeven. Mierenzuur stoot de zuurstof tegen chlorium, jodium en anderen uit. Algemeen heeft men aangenomen, het radicaal met de eindlettergreep *yl* aan te duiden, b. v. van æther æthyl, van azijnzuur acetyl, van mierenzuur formyl; de gewone æther is dan = æthyloxyde, azijnaether = azijnzuur æthyloxyde, zoutæther = chlooræthyl, wijngeest = æthyloxyde-hydraat.

---

(1) Verg. *Ueber Reduction der organ. Säuren durch Kalium.* LÖWIG u. WEIDMAN in POGGENDORF *Annalen*, I, 95.

Bij de levendige belangstelling, waarmede in onzen tijd de vroeger zoo zeer verwaarloosde organische chemie bearbeid wordt, vermeerderen met elken dag de feiten, welke voor de juistheid dezer wijze van beschouwing pleiten. Ook is zij thans door de uitstekendste scheikundigen algemeen aangenomen, en naar de meening van allen bestaat het onderscheid tusschen de radicalen in de anorganische chemie en die in de organische slechts daarin, dat de laatsten zamengesteld zijn, dat hunne verbindingen bij verhoogde temperatuur en onder den invloed van sterke scheikundig werkzame zelfstandigheden onder gestadige uitscheiding van anorganische verbindingen, als koolzuur en water, gewoonlijk in minder zamengestelde verbindingen worden ontleed, en dat daarom de radicalen slechts zelden op zichzelve kunnen worden daargesteld. Deze laatste omstandigheid veroorzaakt echter, dat in de zamengestelde organische stoffen de eigenlijke elementaire zamenstelling dikwijls slechts vermoed kan worden, en dat verschillende uitleggingen mogelijk zijn, naarmate men het bekende aantal van atomen zóó of op eene andere wijze rangschikt. Men kan het in de hoofdzaak eens zijn, en desniettemin in het op zich zelfstaande geval nog menigen grond voor tegenspraak vinden. Zoo is het b. v. nog de vraag, of de zuurstof der organische ligchamen steeds als oxyderend beschouwd moet worden, dan of zij ook tot de vorming van het radicaal kan bijdragen; of de waterstof tot het radicaal behoort, of, met de zuurstof verbonden, als water in de organische ligchamen bevat zij. Ook is het mogelijk, dat zekere organische ligchamen, welke door sommigen voor oxyden van zamengestelde radicalen worden aangezien, reeds zouten van zoodanige oxyden zijn met koolzuur of met organische zuren. De vette oliën beschouwt CHEVREUL, en alle scheikundigen met hem, als verbindingen van vetzuur met oliesuiker; suiker kan voor eene verbinding van koolzuur, æther en water, derhalve voor koolzuur æthyloxyde gehouden worden. Zelfs in de anorganische chemie zijn nog dergelijke punten aan twijfel onderworpen. Zoo als bekend is, bestaat er eene school, welke alle waterhoudende zuren als waterstofzuren beschouwt, en alle zouten dezer zuren als verbindingen van het metaal met het radicaal van het waterstofzuur. Het zwavelzuur-hydraat wordt b. v. in plaats van $H^2 O + S O^3$, zamengesteld gedacht als $S O^4 + H^2$; hier is $S O^4$

het radicaal, hetwelk in de plaats van H^2 een atoom metaal, b. v. sodium, opneemt, om daarmede een zout, zwavelzure soda, te vormen. — Ik kan hierover niet verder uitweiden en verwijs diegenen, welke deze geschilpunten grondig wil leeren kennen, naar GRAHAM'S *Lehrbuch der Chemie*, *bearb. von* OTTO, Braunschw. 1840, S. 526 en volg. (1) en naar het algemeene gedeelte van LÖWIG'S organische chemie, waar ook de beschouwingswijzen van BERZELIUS, DUMAS en LIEBIG aangevoerd en beoordeeld worden.

Over de wijze, waarop de metalen en metalloïden in de organische stoffen bevat zijn, kunnen evenzeer nog steeds verschillende zienswijzen worden gedoogd. Er is reeds vroeger aan de mogelijkheid gedacht, dat zij in de gewone anorganische verbindingen, als koolzure, zwavelzure, phosphorzure, zoutzure zouten enz., bij de naaste bestanddeelen bijgemengd of in geoxydeerden toestand met dezelve verbonden konden zijn. Er liet zich daartegen aanvoeren, dat zij dan door middel van de gewone herkenningsmiddelen herkenbaar moesten zijn. Intusschen heeft H. ROSE de waarneming gemaakt, dat na de vermenging van kleine hoeveelheden ijzeroxydezouten met de waterachtige oplossingen van meerdere indifferente organische stoffen, bepaaldelijk van eiwit, suiker, gom enz., door de toevoeging van alkali geen ijzer wordt nedergeslagen, en dat noch zwavelwaterstof noch galnoten-aftreksel eenige reactie op ijzer te weeg bragt. Derhalve kon het ijzer desniettegenstaande als oxyde in het bloed aanwezig zijn en slechts door de aanwezigheid van eiwit verborgen worden gehouden. Maar ook de bekende proeven van ENGELHART spreken daartegen. ENGELHART leidde door eene waterige oplossing van bloedrood eenen stroom chloorgas. De dierlijke stof werd daarop in volkomen witte vlokken nedergeslagen, in verbinding met zoutzuur, en liet bij de verbranding geene asch achter; het geheele gehalte aan ijzer, phosphorzuur, kalk en alkali bevond zich, door chloor opgelost en van de dierlijke stof gescheiden, in de vloeistof. Daar nu geene zuren, maar zoutvormers de delfstoffelijke bestanddeelen van het bloedrood scheiden, en daar de zoutvormers geene verwantschap tot oxyden bezitten, zoo moet men

(1) Van het gedeelte, dat over de *scheikunde der bewerktuigde ligchamen* handelt, is eene Nederduitsche vertaling door Dr. C. DE BORDES geleverd. Amsterdam, bij J. NOORDENDORP. VERT.

besluiten, dat de delfstoffelijke bestanddeelen niet in geoxydeerden toestand in het bloedrood aanwezig zijn, tenzij dan dat men aanneme, dat het chloor eerst ontledend op het organische ligchaam werke, waterstof aan hetzelve onttrekke, en het zoo gevormde zoutzuur met het ijzeroxyde water en chloorijzer vorme. Nog eene andere verklaring geeft MULDER (1) aan dit feit. Het chloor vormt met de bestanddeelen van het water zoutzuur en chlorigzuur; het laatste verbindt zich met de organische zelfstandigheid, en verdringt het ijzer. De hoeveelheid van de zwavel in het eiwit en de vezelstof en van den phosphor in andere dierlijke zelfstandigheden is in verhouding tot het aantal atomen der overige elementen zoo gering, dat BERZELIUS meent te moeten aannemen, dat deze stoffen zich in hare verbinding in eene geheel en al onbekende betrekking tot elkander bevinden, en wel te meer, daar eiwit en vezelstof zich, na onttrekking van de zwavel door potasch, in hunne eigenschappen bij het onderzoek met anorganische herkenningsmiddelen geheel en al onveranderd vertoonen. Deze omstandigheid maakt het ook onwaarschijnlijk, dat de zwavel of de phosphor bestanddeelen van het organische radicaal zelf zouden zijn. Aan den anderen kant bezit de phosphor in alle scheikundige kenmerken zooveel overeenkomst met de stikstof, dat het wel te denken is, dat hij ze ook in eene organische verbinding vervangen kan.

Voor korten tijd heeft HÜNEFELD een nieuw middel aan de hand gedaan, waardoor bewezen moest worden, dat het ijzer als oxyde in het bloedrood aanwezig is (2). Hij stelde namelijk bloed aan de inwerking van verschillende zuren bloot, en bewaarde het alzoo 6—8 weken in goed gekurkte flesschen. Na dezen tijd was het ontkleurd, en de herkenningsmiddelen toonden de aanwezigheid van ijzerzouten aan. De meest in het oog loopende werking vertoonde het zwavelig zuur. HÜNEFELD vermoedt, dat het zich eerst met het eiwit en bloedrood tot oplosbare vereenigingen verbindt, het oxyde-ijzerzout van het bloed van deszelfs zuurstof berooft, en dat er zoo een gedeelte zwavelzuur ijzer-oxydule en ontkleurd bloed gevormd wordt. Het is echter even zoo ligt mogelijk, dat de organische zelfstandigheid door de langdurige inwerking van het zuur

(1) *Bulletin des sciences phys. et nat. en Neerlande.* 1839. p. 409.
(2) *Der Chemismus in d. thier. Organisation.* S. 123.

ontleed en dat ten koste van hare zuurstof het vroeger in den metaalstaat aanwezige ijzer geoxydeerd wordt, om zich vervolgens met het zuur te verbinden.

Het eigenaardige der organische stoffen ligt in het volgende:

1. In de wijze van ontstaan. Eene organische zelfstandigheid wordt slechts door de ontwikkeling van organismen gevormd, in de planten uit eenvoudige verbindingen, in dieren uit reeds georganiseerde plantaardige en dierlijke stoffen. De natuur der krachten, onder welker invloed in het levend ligchaam deze verbindingen tot stand komen, is niet bekend.

2. In de zamenstelling. Het onderscheid ligt niet alleen daarin, dat er een grooter aantal elementen, zoo als reeds is aangemerkt, tot de vorming van een organisch ligchaam wordt gebezigd, maar eigendommelijk is ook het groote aantal van atomen der elementen, welke in één atoom van een organisch ligchaam bevat zijn, in korte woorden, het groote atoomgewigt der laatsten. Daarbij zijn de verhoudingen, in welke de hoeveelheden der eenvoudige atomen in een organisch atoom tot elkander staan, meestal veel meer gezamengesteld, dan in anorganische verbindingen. In geen organisch ligchaam, dat uit zuurstof, waterstof en koolstof bestaat, is de hoeveelheid zuurstof voldoende, om de koolstof tot koolzuur en de waterstof tot water te oxyderen.

In het oogvallend is het verder, hoe dikwijls de eigenschappen van ligchamen, die uit gelijke bestanddeelen zijn zamengesteld, aanmerkelijk uit een loopen. Zoo zijn b. v. suiker, zetmeel en gom uit volkomen gelijke hoeveelheden waterstof, koolstof en zuurstof zamengesteld, *isomerisch*. Ook zijn wijnsteenzuur en druivenzuur, versch en gestold eiwit *isomere* verbindingen. Dit duidt op een inwendig verschil in de rangschikking der atomen, hetwelk ook in vele gevallen kan worden aangetoond. Cyanzure ammonia en pisstof bevatten beide $N_4\,C_2\,H_8\,O_2$. De verbinding der atomen moet men zich in deze zelfstandigheden echter op de volgende wijze voorstellen:

In cyanzure ammonia $N_2\,C_2\,O + N_2\,H_8\,O$.

In pisstof $C_2\,O_2 + 2\,(N_2\,H_4)$.

Verbindingen van dezen aard, in welke een gelijk aantal atomen op eene verschillende wijze gerangschikt is, worden *metamere* ge-

noemd. Ook kunnen twee verbindingen schijnbaar gelijk en toch verschillend zijn, doordien de eenvoudige atomen in beide wel is waar in dezelfde verhouding tot elkander staan, maar het absolute aantal verschilt. Dit zijn de *polymere* verbindingen. Citroenolie en terpentijnolie bevatten beide koolstof en waterstof in verhouding van C_{10} en H_{16}, maar één atoom citroenolie bestaat uit $C_{10}H_{16}$, en één atoom terpentijnolie uit $C_{20}H_{32}$. (Verg. LÖWIG, t. a. p. II, 750.)

3. Kenmerken zich de organische verbindingen door hare ligte ontleedbaarheid; deze is welligt slechts het gevolg van hare veelvoudige zamenstelling. De elementen behouden de neiging, om zich in meer eenvoudige verhoudingen en volgens de gewone wetten der verwantschap met elkander te vereenigen; telkens vormen er zich daarom koolzuur en water en de overblijvende atomen gaan nieuwe verbindingen aan, die later nog verder ontleed worden. Door hooge warmtegraden worden de organische zelfstandigheden ontleed. Vele scheikundig werkzame stoffen verbinden zich met sommige bestanddeelen derzelve en scheiden andere uit of veroorzaken, dat de andere nieuwe verbindingen aangaan, zoo als b. v. het zuringzuur, na de onttrekking van deszelfs water door zwavelzuur, in koolzuur en kooloxyde wordt ontleed. Maar ook zonder zoodanige invloeden, welke hier juist op dezelfde wijze werken als in de anorganische natuur, scheiden zich de organische verbindingen dikwijls bij de gewone temperatuur in nieuwe ligchamen van eene deels anorganische, deels organische zamenstelling. Men heeft aan de processen, door welke dit geschiedt, den naam van *vrijwillige* ontledingen gegeven, hoewel zij ook voor een gedeelte door bepaalde uitwendige middelen opgewekt en onderhouden worden en slechts zelden plaats grijpen, zonder dat de lucht, het water en eene matige temperatuur hunnen invloed op de organische zelfstandigheid uitoefenen.

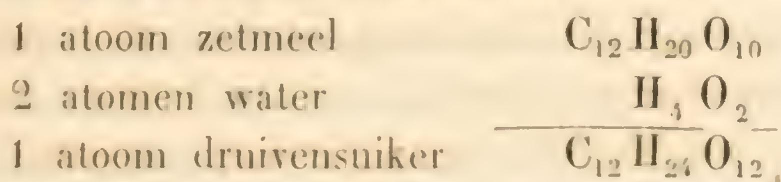
Aan de chemische processen in de anorganische natuur sluiten zich het naast de zoogenaamde vrijwillige ontledingen aan, waarbij uit de lucht of het water, met welke de organische zelfstandigheid in aanraking is, elementen worden aangetrokken, ten koste van welke de scheikundige veranderingen plaats grijpen. Hiertoe behoort de oxydatie der aetherische oliën in de lucht, doordien een gedeelte van hare waterstof zich met de opgeslorpte zuurstof tot water ver-

bindt en het overige gedeelte hooger geoxydeerd wordt. Een atoom

bittere amandelolie	$C_{14} H_{12} O_2$
met 2 zuurstof	O_2
vormen één atoom benzoëzuur	$C_{14} H_{10} O_3$
en water	$H_2 O$.

Met BERZELIUS beschouwen de meeste scheikundigen de ontleding van organische zelfstandigheden in de lucht als een langzaam, meer of minder volkomen verbrandingsproces. Zoo de lucht met alle deelen der organische zelfstandigheid in aanraking komt, dan is de oxydatie volkomen; uit plantaardige stoffen ontstaan koolzuur en water. Is daarentegen de toetreding der lucht moeijelijk gemaakt, dan komen de bestanddeelen tot nieuwe verbindingen zamen, bestaande uit koolstof, waterstof en zuurstof. Dit zijn de produkten der verrotting.

Soortgelijke processen worden, even als de verbranding, door warmte begunstigd (1). Wanneer zetmeel gedurende eenen langeren tijd met water in aanraking staat, dan gaat het, door het opnemen van 2 atomen water, in druivensuiker over:



1 atoom zetmeel	$C_{12} H_{20} O_{10}$
2 atomen water	$H_4 O_2$
1 atoom druivensuiker	$C_{12} H_{24} O_{12}$.

Hetzelfde geschiedt zeer snel, wanneer zetmeel met water boven de 100° wordt verhit.

Er zijn echter gevallen, in welke organische zelfstandigheden in water opgelost en aan zich zelve overgelaten, zonder stoffen af te geven en zonder zoodanige uit de lucht of het water aan te trekken, door eene eenvoudige omzetting harer elementen in andere verbindingen overgaan. Zoodanige ontledingen zijn bij indifferente verbindingen waargenomen, in welke de waterstof in eene gelijke verhouding als in het water tot de zuurstof staat. Een atoom zetmeel ($C_{12} H_{20} O_{10}$) b. v. wordt in 2 atomen melksuiker

(1) Of liever door eenen bepaalden warmtegraad opgewekt. De voorstelling, dat deze en andere dergelijke ontledingen *vrijwillig* ontstaan, is minder juist te noemen, omdat er hier, zoowel als in de overige aangevoerde gevallen een bepaald complex van omstandigheden, van scheikundig werkzame magten aanwezig moet zijn, zal de ontleding plaats grijpen. Verg. hierover en over het in de volgende bladz. tot pag. 28 aangevoerde de noot aldaar. VERT.

(2 [$C_6 H_{10} O_5$]) veranderd; uit 3 atomen cyanzuur-hydraat = 3 (N_2 C_2 H_2 O_2) wordt één atoom onoplosbaar cyanuurzuur-hijdraat = $N_6 C_6 H_6 O_6$ gevormd. De aanwezigheid eener stof, welke tot de nieuw gevormd wordende verwantschap bezit, kan de omzetting der bestanddeelen bevorderen, even als de aanwezigheid van zwavelzuur de oxydatie van zink in water. Zoo veranderen zich, bij de aanwezigheid van zoutzuur, het blaauwzuur en water in mierenzuur en ammonia; de ammonia verbindt zich met het zoutzuur. Mierenzure ammonia wordt onder soortgelijke omstandigheden weder in blaauwzuur en water ontleed (Verg. Löwig, t. a. p. II, 347).

Ook deze werkelijk vrijwillige ontledingen worden door de warmte bevorderd. Zij is het, die bij de drooge overhaling van organische zelfstandigheden het ontstaan van nieuwe produkten veroorzaakt. Onder haren invloed maken zich van vele zamengestelde ligchamen slechts enkele verbindingen los, die als zoodanig reeds vroeger schijnen aanwezig te zijn geweest, b. v. van zekere niet vlugtige zuren het hydraatwater; in andere gevallen worden er zamengestelde ligchamen uit de elementen op nieuw voortgebragt, welke verschillen naarmate van den aangewenden warmtegraad. Zoo er namelijk, nadat een gedeelte der elementen als water of koolzuur vervlugtigd is, uit de overige een ligchaam daargesteld wordt, hetwelk bij de aanwezige temperatuur vlugtig is, dan ontwijkt het, zonder dat het ontleed wordt; door verhooging der temperatuur kan echter ook dit ligchaam op nieuw worden ontleed, enz. (Löwig II, 575 en volg.).

Op eene zeer merkwaardige wijze worden sommige ontledingen van organische stoffen, die niet van zelf en slechts gedeeltelijk bij verwarming plaats grijpen, door zekere stoffen begunstigd, die aan de nieuw ontstaande zamenstellingen geen deel nemen en, zoo als het schijnt, slechts door hare aanwezigheid werken. Fijn verdeeld platina doet, zonder zelf veranderd te worden, den wijngeest onder opslorping van atmospherische zuurstof in azijnzuur overgaan. Dezelfde verandering, welke zetmeel, gom, melksuiker enz. door warmte ondergaan, de verandering in druivensuiker, wordt door de aanwezigheid van diastase of van verdund zwavelzuur voortgebragt. Wanneer druivensuiker gedurende eenen langeren tijd met verdund zwavelzuur gekookt wordt, dan wordt zij in humuszuur

en water ontleed. Hiertoe behoort ook nog de verandering van suiker in melkzuur door middel van het slijmvlies der lebmaag 1).

Zeer veel overeenkomst met de besprokene ontledingen bezitten de processen van gisting en verrotting; zij komen met deze 1° daarin overeen, dat met name bij de wijngisting de suiker in twee stoffen, alkohol en koolzuur, wordt ontleed, welker gewigt met dat der suiker overeenkomt en 2°, dat de ontleding opgewekt en begunstigd wordt door eene zelfstandigheid, welke aan de nieuwe produkten geen deel neemt en slechts door hare aanwezigheid schijnt te werken: het ferment. De gisting en verrotting zijn echter van de eerstgenoemde ontledings-processen in de volgende twee punten onderscheiden: 1° dat de stof, welke de gisting veroorzaakt, onder zekere omstandigheden daarbij ontleed, onder andere daarentegen vermeerderd wordt en 2° dat het scheikundig proces vergezeld gaat van de ontwikkeling van eigenaardige organische voorwerpen van eene dierlijke of plantaardige natuur.

Op dezen oogenblik schijnt het nog niet mogelijk eene verklaring dezer ontledingen te geven en zich voor te stellen, welke rol het platina, de zuren, het ferment speelen. MITSCHERLICH omvat de ontledingen van dezen aard onder den naam van *contactwerkingen*, daar de ligchamen, onder welker invloed de ontleding geschiedt, niet door keurverwantschap, maar slechts door aanraking werkzaam zijn. Dit is juist, in zooverre als men het niet als eene verklaring, maar als eene benaming der daadzaak beschouwt. BERZELIUS kent aan de ligchamen, welke door contact werken, eene eigene kracht toe, welke hij de *katalytische* noemt. Dit is gevaarlijker, omdat daardoor onder één gezigtspunt feiten gebragt worden, die welligt op zeer verschillende wijze te verklaren zijn. Verbindingen en ontledingen door middel van platina-spons komen ook in de anorganische natuur voor, zoo als de bekende vereeniging der waterstof met de zuurstof, de ontleding van het waterstofsuperoxyde. Men is gewoon ze uit eene verdigting der gassoorten op de oppervlakte van het platina te verklaren; dit is echter in geen geval op de overige contactwerkingen toepasselijk. LIEBIG beschouwt als algemeene oorzaak daarvan eene beweging of trilling, welke in verbindingen, welker

---

(1) FREMY, *Comptes rendus*, 1839, VIII, 960.

bestanddeelen slechts zwak verbonden zijn, de atomen uit elkander zou doen wijken, en eene verbinding volgens nieuwe en meer natuurlijke rangschikkingen zou veroorzaken. Zulke trillingen zijn deels mechanische, deels worden zij door eene vloeistof, die ontleed wordt, en door de stroomingen, welke van deze uitgaan, voortgebragt. Tegen deze theorie laat zich veel inbrengen. Wel is waar zijn er stoffen, die door eenvoudige aanraking of ligte verwarming worden ontleed, zoo als de knalzure zouten, chloorstikstof enz.; maar de ontleding van het waterstofsuperoxyde laat zich niet op deze wijze verklaren, daar zij slechts door weinige ligchamen (platina, goud, zilver, vezelstof) bewerkt wordt. Liebig voert eenige gevallen aan, waarin duidelijk het eene mengsel, terwijl het ontleedt wordt, het andere tot ontleding als het ware verleidt (1). Hij vermeldt b. v. hoe tin, hetwelk door salpeterzuur spoedig, maar door water slechts langzaam wordt geoxydeerd, bij deszelfs oxydatie in verdund salpeterzuur ook eene levendig plaats grijpende ontleding van het water veroorzaakt. Ook bij de gisting schijnt de eene ontleding van het ferment, de voorwaarde voor de andere, die der suiker, op te leveren. Maar de grond dezer mededeeling kan niet alleen de opgewekte trilling of beweging zijn. Zoo dit het geval ware, dan moest de gisting, eenmaal door ferment opgewekt, ook zonder ferment haren weg vervolgen, want de beweging in de deeltjes der suikeroplossing moest dezelfde werking uitoefenen, als de beweging in het ferment. Ook moesten, wanneer de zelfstandigheden, die met elkander in aanraking komen, slechts werkten door het opwekken van trillingen, de produkten der ontleding in alle gevallen dezelfde zijn. De produkten der verrotting zijn echter van die der drooge destillatie onderscheiden. Eindelijk laat Liebig's theorie de contactwerking van het zwavelzuur geheel en al onverklaard. De nieuwe vorming van ferment bij de gisting vergelijkt Liebig met de vorming van oxalzuur uit oxamid (2). Zoo namelijk oxalzuur en oxamid met elkander in aanraking worden gebragt dan ontleedt het zuur het oxamid zoodanig, dat er met de bestand-

(1) *Die organische Chemie in ihrer Anwendung auf Agricultur und Physiologie.* Braunschw. 1840. S. 202—205.

(2) t. a. p. S. 318.

deelen van het water ammonia en weder oxalzuur gevormd worden. Het oorspronkelijk toegevoegde, even als het op nieuw gevormde zuur verdeelen zich in de ammonia; er is alzoo na de ontleding van het oxamid weder even zooveel vrij zuur aanwezig, als vroeger, en door dit kan weder eene nieuwe hoeveelheid oxamid ontleed worden enz. tot in het oneindige. Wanneer deze vergelijking gepast was, dan moest het ferment de stikstofhoudende zelfstandigheid, uit welke het zich op nieuw vormt, ontleden in ferment en in eene andere stof, met welke het zich verbindt, en van het *vrije* ferment mogt er aan het eind der gisting geene grootere hoeveelheid aanwezig zijn, dan er aanvankelijk werd bijgevoegd.

Volgens CAGNIARD LATOUR (1) wordt de gisting en volgens SCHWANN (2) worden de gisting en rotting door organische voorwerpen veroorzaakt, welke, terwijl zij zich uit de gistende en rottende zelfstandigheden voeden, gelijktijdig ontledend op deze zelfstandigheden werken. De vorming van afgietseldiertjes en schimmels bij de rotting is eene reeds lang bekende daadzaak. Even zoo zeker is het door de onderzoekingen der beide genoemde geleerden, welke later door KÜTZING (3) QUEVENNE (4) en TURPIN (5) bevestigd en uitgebreid zijn geworden, dat ook de bier- en wijngist en de gist in diabetische urine mikroskopische schimmels bevatten. Het zijn ronde of ovale korreltjes van 0,0028—0,0040''' doormeting, welke deels afzonderlijk voorkomen, deels in rijen van 2—8 verbonden zijn. Op de ééne rij zijn gewoonlijk eene of meerdere andere rijen scheef geplaatst. Gedurende het bronwen ontstaan er aan de aanvankelijk eenvoudige ligchaampjes 1 of 2 uitspruitsels, die zich later uitzetten tot de grootte der eerste kogeltjes, op nieuw uitspruitsels voortbrengen enz. Ook zullen de korreltjes der gist zich gedurende hunne werking op het graan zamentrekken en zaadjes uitdrijven, van welke later, wanneer zij de grootte der moederkogeltjes bereikt hebben, nieuwe uitspruitsels uitgaan (CAGNIARD LATOUR, TURPIN). Of echter de ontwikkeling der infusoriën en schimmels de oorzaak

(1) *l'Institut*, 1837, Décembre. *Comptes rendus*, 1838, Juli.
(2) POGGEND. *Annal.* XLI, 187.
(3) ERDMANN's *Journ.* XI, 387.
(4) *l'Experience*, 1838, No. 26.
(5) *Mem. de l'acad. d. sciences*, T. XVII, 1840, p. 93

van het ontledingsproces, en met name van de ontleding der suiker, is, dit is eene andere vraag, waarbij wij nog eenen oogenblik moeten stilstaan.

De verrotting ontstaat het spoedigste in stikstofhoudende zelfstandigheden, wanneer deze bij eene matige warmte en vochtigheid aan zich zelve worden overgelaten. Door volkomene afsluiting der lucht kan zij verhinderd worden; zij begint echter, zoodra de organische zelfstandigheid slechts eenen geringen tijd met de lucht in aanraking is geweest en gaat dan later verder voort. Eene rottende zelfstandigheid kan als het ware als ferment gebezigd worden, om stoffen, welke voor rotting geschikt zijn, spoediger tot ontbinding te brengen. De verbindingen, in welke de organische stof bij de verrotting ontleed wordt, zijn voornamelijk koolzuur, water en ammonia; wanneer er zwavel en phosphor aanwezig zijn, dan worden er ook zwavel- en phosphorwaterstof gevormd, die den hinderlijken stank veroorzaken. Onder medewerking van sterke zoutbases en bij eene zooveel mogelijk rijkelijke toestrooming van zuurstof, schijnt de waterstof ten koste van deze tot water, de koolstof tot koolzuur en de stikstof tot salpeterzuur te worden geoxydeerd.

Men zou zich kunnen voorstellen, dat er door de toetreding der lucht, welke de voorwaarde voor het aanvangen der verrotting is, eene verzuring of in het algemeen een chemisch proces werd opgewekt, hetwelk vervolgens in het binnenste der zelfstandigheid verder voortgaat. Zoo werd de zaak tot nog toe beschouwd en de infusoriën werden als toevallige bewoners der rottende stoffen aangemerkt. De proeven van Schultze (1) en Schwann, welke door Ure (2) zijn bevestigd, hebben echter bewezen, dat lucht, die over potasch of een zuur is geleid of boven eene vlam gegloeid, de verrotting niet opwekt, en dat, ook dan, wanneer de lucht aanvankelijk op de stoffen heeft gewerkt, de verrotting door het koken der organische zelfstandigheid verhinderd en afgebroken wordt, en dat zij niet weder begint, voordat er nieuwe lucht wordt toegelaten. De genoemde middelen kunnen echter de zuurstof niet veranderen of ontleden

(1) Poggend. *Ann.* XXXIX. 487.

(2) Uit het *Athenaeum* 1839 in de *Bibl. univers. de Geneve.* T. XXXIII, p. 423.

en daarom kan dan ook de toetreding der zuurstof niet de eenige oorzaak der ontbinding zijn. Daarentegen maken deze proeven het waarschijnlijk, dat het beginsel, hetwelk door de lucht geleverd moet worden, zoo er rotting zal ontstaan, eene organische stof is. Wanneer echter eene organische stof de oorzaak der ontbinding is, dan mag men allezins het eerst aan de infusoriën denken, welker ontwikkeling met de verrotting gelijken tred houdt. De ontbinding wordt aan andere stoffen medegedeeld door het overbrengen van infusoriën. De bederfwerende middelen zijn stoffen, die de infusoriën dooden, waarom dan ook indedaad alle vergiften antiseptica zijn en b. v. strychnine, hetwelk slechts voor infusoriën en niet voor planten een vergift is, wel de verrotting, maar niet de ontwikkeling van schimmels verhindert (Schwann). Of nu de infusoriën zelve, of hunne eijeren of eene in het algemeen levensvatbare organische stof in de lucht bevat zijn, is niet uit te maken. Zeker kan men zich moeijelijk voorstellen, dat in elke luchtbel al de soorten van planten en dieren bevat zijn, die zich mogelijkerwijze, naarmate van het chemische verschil der infusie, in welke zij geraken, daaruit kunnen ontwikkelen; aan den anderen kant is ook het aannemen eener levende zelfstandigheid, die niet eigenaardig gevormd is, maar zich naar omstandigheden zóó of anders vormen kan, door geene daadzaken geregtvaardigd.

Intusschen is de ontleding door afgietseldiertjes of schimmels niet zoo op te vatten, als of alle verbindingen, die bij de verrotting ontstaan, onmiddellijk door het levensproces der dierlijke of plantaardige organismen voortgebragt worden; maar naardien zij aan de rottende zelfstandigheden zekere elementen onttrekken, stellen zij aan de overblijvende de gelegenheid open, om zich volgens hunne natuurlijke verwantschappen tot nieuwe zamenstellingen te vereenigen. Onder deze omstandigheden schijnt de ontleding zich ook tot die stoffen uit te strekken, welke in de rottende vloeistof opgelost zijn en door de infusoriën zelve niet worden aangeroerd. Piszuur wordt gedurende de rotting in blaauwzuur, pisstof en koolzure ammonia ontleed (Liebig).

Gisting is verrotting in eene suiker bevattende vloeistof, die met eene ontleding der suiker gepaard gaat. Elke rottende zelfstandigheid, die in eene suikeroplossing gebragt wordt, veroorzaakt

gisting, even als de gist, hoewel langzamer; terwijl omgekeerd de pisstof door gist op dezelfde wijze wordt ontleed, als bij de rotting. Alle rottingwerende middelen verhinderen ook de gisting. Deze treedt slechts dan vrijwillig in de suikerhoudende vochten in, wanneer deze gelijktijdig eene stikstofhoudende stof bevatten, zoo als dit met de kleefstof en het eiwit het geval is, welke zich in het druivensap, het mout enz. bevinden. Gelijktijdig is het echter noodzakelijk, dat de voor gisting geschikte zelfstandigheid eenigen tijd met de lucht in aanraking is. Zonder toetreding der lucht blijft het druivensap dagen lang onveranderd; eene enkele luchtbel is echter voldoende, om de gisting op te wekken, die dan ook in de beslotene ruimte verder voortgaat (GAY-LUSSAC, SCHWANN). Door koken wordt de gisting verhinderd, even zoo ook door het gloeijen der lucht en het voeren derzelve door eene potaschoplossing en zuren. Bij de gisting wordt één atoom druivensuiker ($C_{12}H_{24}O_{12}$) in 2 atomen wijngeest ($C_8H_{24}O$) en 4 atomen koolzuur (C_4O_8) ontleed; gelijktijdig gaat de stikstofhoudende zelfstandigheid in gist over. De vroeger oplosbare stikstofhoudende zelfstandigheid wordt onoplosbaar, echter niet ten gevolge eener oxydatie of eenige andere chemische metamorphose, maar door de ontwikkeling der vroeger beschrevene kogeltjes. De gist, die zich bij de gisting vormt, wekt op nieuw gisting op in vloeistoffen, welke suiker opgelost bevatten; zoo zich bij de suiker nog kleefstof of eiwit in de oplossing bevindt, dan worden deze ook weder in gist veranderd. Kunstmatig laat zich de vorming der gist begunstigen, wanneer men bij de gistende vloeistoffen stikstofhoudende plantaardige stoffen voegt, als meel van boonen, erwten, linzen. In eene zuivere suikeroplossing wordt geene nieuwe gist gevormd. Daarom is in eene vloeistof, die bij de suiker ook kleefstof of eiwit in eene genoegzame hoeveelheid bevat, eene zeer kleine hoeveelheid gist voldoende, om al de suiker te ontleden; in zuiver suikerwater wordt er echter door eene bepaalde hoeveelheid gist, slechts eene bepaalde hoeveelheid suiker ontleed. Wanneer de hoeveelheid gist juist toereikende is, om de aanwezige suiker te ontleden, dan bezit het na de gisting zich vormende bezinksel geene geschiktheid meer, om gisting op te wekken. Hetzelfde grijpt plaats, wanneer een gedeelte der suiker onveranderd gebleven is.

Het bezinksel wordt ontleede gist genaamd; zij bestaat uit de vliesjes van de gebarstene kogeltjes der gist (CAGNIARD LATOUR) en bevat geene stikstof meer. De stikstof is als ammonia ontweken.

Aan zich zelve overgelaten gaat de gist in vochtigen toestand ligt in rotting over en ontwikkelt koolzuur en ammonia.

Dat de ontleding der suiker een gevolg van het kiemen der gistingschimmels in de stikstofrijke zelfstandigheid is, kan na dit alles wel niet betwijfeld worden. Men kan daartoe nog eene proef van COLIN aanvoeren, die vond, dat het oplosbare gedeelte van het ferment ongeschikt was, om gisting voort te brengen. Hetgeen op het filtrum terugblijft zijn juist de schimmels (1). Ook schijnt de volgende proef, welke SCHWANN onlangs heeft in het werk gesteld, daarvoor te pleiten (2). Een lang reageerbuisje werd met eene zwakke, door middel van lakmoes, ligt blaauw gekleurde suikeroplossing gevuld en zeer weinig gist er bijgevoegd, zoodat de gisting eerst na eenige uren beginnen kon en de schimmels vooraf op den bodem zonken. Werkelijk begon de blaauwe vloeistof van den bodem van het buisje af aan rood gekleurd te worden door het koolzuur, dat er gevormd werd, maar opgelost bleef. Zoo er in het begin een staafje midden in het buisje werd geplaatst, zoodat zich ook daarop de schimmels konden nederzetten, dan begon zij van den bodem en van dit staafje. Maar er wordt daarmede, zoo als reeds is aangemerkt, niet bedoeld, dat de schimmels suiker zouden opnemen en koolzuur en wijngeest uitstooten. Het is niet eens waarschijnlijk, dat zij op de bestanddeelen der suiker eenen regtstreekschen invloed uitoefenen. Wel is waar wordt er bij de gisting, wanneer zij in eene beslotene ruimte plaats grijpt, uit gelijke hoeveelheden suiker niet zoo veel alkohol gevormd, als wanneer de lucht vrij kan toetreden, en LIEBIG geeft als grond daarvoor aan, dat de zuurstof van een gedeelte der suiker tot vorming van nieuwe gist gebezigd wordt en dat er uit de overige bestanddeelen in plaats van koolzuur en alkohol producten gevormd

---

(1) Het onoplosbare gedeelte brengt echter de gisting evenmin te weeg. Verg. LIEBIG, *De bewerktuigde scheikunde toegepast op landbouwkunde en physiologie*, vertaald door J. P. C. VAN TRICHT, pag. 246. VERT.

(2) *Mikroskop. Unters.* S. 235.

worden, die armer aan zuurstof zijn. Intusschen blijft ook hierbij de regtstreeksche invloed steeds slechts tot een gedeelte der suiker beperkt en bovendien is er gisting mogelijk, zonder dat er iets van de suiker verdwijnt. De ontleding, welke de stikstofhoudende stof ondergaat en welligt de ontwikkeling van koolzuur uit dezelve is de middellijke voorwaarde voor de ontleding der suiker. Volgens Döbereiner wordt gisting ook door verzadiging der suikerhoudende vloeistof met koolzuur opgewekt (verg. hierbij Berzelius *Lehrbuch* VIII, 80), welligt op die wijze, dat het opgeslorpte koolzuur zich later weder losmaakt en het koolzuur van de suiker met zich voert. Hier zouden Liebig's vroeger aangevoerde voorbeelden van ontleding door inductie passen, met name het geval, waarin zekere oxyden, terwijl zij met waterstofhyperoxyde in aanraking gebragt worden, op denzelfden oogenblik hunne zuurstof verliezen, waarin zich de zuurstof van het waterstofhyperoxyde van het water scheidt.

Er blijft nog te verklaren, hoe ferment in eene eenvoudige suikeroplossing gisting bewerkt. Welligt door ontleding der in de plantennog aanwezige stikstofrijke zelfstandigheid: daarvoor schijnt te pleiten, dat uitgewasschene gist geene gisting voortbrengt, doch bij het uitwasschen kunnen ook de cellen bersten. Misschien door inwerking op het water, bij wijze van ademhalingsproces. Misschien dat zelfs een deel der gist aan het overige tot voedsel dient, waarbij allengs gist verteerd wordt; inderdaad neemt hare hoeveelheid allengs af. Dat de gist, die in eene suikeroplossing ligt, hare kracht verliest, heeft of in het bersten der cellen zijnen grond, of daarin, dat er bij gebrek aan eigenlijke voeding, dat is aan stikstofhoudende zelfstandigheden, geene kiemen gevormd worden.

Steeds echter is de ontleding der suiker, zoo als zij bij de gisting plaats heeft, eene eigenaardige; de eigenschappen der gist moeten daarop invloed uitoefenen. Hiermede overeenkomstig zullen, zoo als vermeld is, het koolzuur en volgens Gay-Lussac ook de elektriciteit werken (1), maar geheel andere produkten levert de suiker bij de drooge overhaling, nog andere, wanneer zij op eene hooge temperatuur (35—40°) opgelost aan zich zelve blijft overgelaten. Hier

(1) Löwig, t. a. p. I, 373.

ontstaat de zoogenaamde slijmige gisting, en er wordt azijnzuur, mannite en gom gevormd (1).

---

(1) Ik kan niet nalaten, om aan het door den Schrijver in de laatste 10 bladzijden geleverde omtrent vrijwillige ontledingen, contactwerking, *katalyse*, gisting en verrotting de rijpere en vereenvoudigde opvatting der feiten, welke ons door Prof. Mulder in zijne *Proeve eener algemeene physiologische scheikunde* is geleverd, zoo beknopt mogelijk tegenover te stellen. Behalve de gewone scheikundige werking, die namelijk, welke van de stoffen uitgaat, maar geheelenal ook op die stoffen terugwerkt, zoodat er van beide, de aangedane en de aandoende of werkende, gemeenschappelijke produkten te voorschijn treden, uiten sommige stoffen nog andere scheikundige vermogens, waardoor zij op ontleding of vereeniging van ligchamen invloed uitoefenen, zonder in de zamenstelling der nieuw gevormde stoffen te worden opgenomen. Platina-spons condenseert waterstof, en wanneer daarbij zuurstof komt, dan wordt er water gevormd, zonder dat de platina-spons iets veranderd wordt. Honderde ponden waterstof en zuurstof kunnen door een klein stukje platina-spons verbonden worden. Er gaat dus eene kracht uit van het platina, die op waterstof en zuurstof terugwerkt, en eene werking voortbrengt, waarin het platina niet deelt. Dit vermogen noemt Berzelius het *katalytische*. Het voortbrengen of opwekken van eene kracht *door* aanraking (*contactwerking*) laat zich niet voorstellen. De aanraking is eene *conditie*, waarin de ligchamen verkeeren moeten, om eenig verschijnsel voort te brengen, zoo als het eene *conditie* is, om te kunnen loopen, dat de voeten aanraking hebben met den grond. Eene *conditie* nu om eenig verschijnsel voort te brengen is hemelsbreed onderscheiden van eene bron van werking, van de oorzaak van dat verschijnsel zelve. Bovendien is de aanraking der stoffen eene voorwaarde voor alle scheikundige werking in het algemeen, en niet voor de zoo evengenoemde in het bijzonder, en de naam van contactwerking drukt derhalve niets bijzonders uit, of leidt tot een wanbegrip.

Dat er vele soortgelijke vermogens in de ligchamen huisvesten, is eene uitgemaakte zaak. Niet alleen toch bezit platina-spons het genoemde vermogen, maar ook platina in zelfstandigheid. Alle poreuse voorwerpen bezitten dit in meerdere of mindere mate. Glaspoeder bezit het op eene temperatuur van 300°, goud en zilver onder dezen warmtegraad. Uit denzelfden katalytischen invloed verklaart Berzelius de ontploffing van het deutoxydum hydrogenii, wanneer dit met platina, zilver, peroxydum manganesii, zelfs met vezelstof in aanraking komt. Verder de verandering van alcohol in aether door zuren, de verandering van amylum in gom en suiker door zwavelzuur. Bij alle deze veranderingen wordt echter eene bepaalde temperatuur gevorderd; niet bij elken warmtegraad grijpen dezelfde veranderingen plaats. De ontelbare menigte produkten der drooge destillatie bij verschillende temperaturen leeren dit ons ten duidelijkste. Het katalyserend vermogen der ligchamen is evenzeer aan eenen bepaalden warmtegraad gebonden. Overal merken wij bij denzelven echter eene scheikundige werking op, die van eene stoffe uitgaat, zonder dat deze er in deelt, maar welke op andere wordt overgedragen.

Al schijnt het ook, dat wij voor den oogenblik er nog van moeten afzien, om de krachten te kennen, van welke deze ontledin-

---

Van deze is de scheikundige werking onderscheiden, welke van stoffen uitgaat en op andere wordt overgedragen, terwijl de oorspronkelijke stoffen daarbij ontleed worden, zonder dat die een harer bestanddeelen aan de nieuwe produkten afstaan (fermentatie). Zeer vele organische stoffen in vloeibaren staat vertoonen, wanneer zij aan eene bepaalde temperatuur blootgesteld worden, eene inwendige beweging, leveren gasbellen op, en ondergaan daarbij scheikundige verandering. Alle plantensappen, vooral de suikerhoudende, zijn in dat geval. Deze verandering wordt voortgebragt door geheelenal van elkander onderscheidene stoffen, maar gaat altijd uit van zeer zamengestelde organische ligchamen. Naarmate een organisch ligchaam uit een grooter aantal atomen zijner elementen bestaat, naar die mate worden deze elementen gemakkelijker omgezet, en ontstaan er alzoo gemakkelijker nieuwe verbindingen uit. Onder deze behooren eiwitstof, vezelstof, geleistof der dieren, eiwitstof der planten, gluten en alle stoffen, die deze bevatten. Wanneer eene dezer zelfstandigheden gemengd is met suikerhoudende ligchamen, dan worden er spoedig de genoemde verschijnselen waargenomen, en er ontstaat hetgeen wij gisting noemen. Volgens LIEBIG wordt dan de suiker in CO^2 en alcohol veranderd, doordien de scheikundige krachten, die de atomen van suiker binden, gestoord worden, ten gevolge van de ontleding in eene der genoemde complexe stoffen, eene ontleding, die steeds voortgaat, en zoolang zij voortduurt, alle organische scheikundige krachten rondom zich stoort. Groot zeker is de invloed van scheikundige krachten in werkzaamheid, op het opwekken van nieuwe krachten in andere stoffen in het algemeen. Maar indien deze meening juist is, dan moet of eiwit altijd in eenen ontleed wordenden toestand verkeeren, of de fermentatie eerst dan aanvangen, wanneer deze complexe stoffen beginnen ontleed te worden, en die ontleding van eiwit moet dus nog van iets anders afhankelijk wezen. Het eerste wordt door de waarneming niet bevestigd, daar de gemelde complexe stoffen vooreerst niet te gelijk gevormd en tevens ontleed kunnen worden, en zij dus in het organische voorwerp niet kunnen worden gevormd en in eenen ontleed wordenden toestand tevens kunnen zijn. Maar de waarneming leert ook, dat zij buiten het organische voorwerp, dat hen heeft voortgebragt, eenigen tijd kunnen bewaard worden, zonder verschijnselen van ontleding op te leveren; wanneer zij gedroogd zijn, b.v., kunnen zij zeer lang worden bewaard. Vanwaar nu de ontleding aanvangt in de genoemde complexe zelfstandigheden is niet uitgemaakt; het zijn scheikundige krachten, die de complexe stoffen zamenhouden, en deze kunnen door geene andere dan door scheikundige krachten gestoord worden. Hoewel LIEBIG aanneemt, dat de gist steeds in eenen ontleed wordenden toestand verkeert en die ontbinding zich op andere voorwerpen overplant, die in den kring van werking begrepen zijn, blijft het altijd nog eene vraag, hoe de gist in den ontleed wordenden toestand begint te komen. Is er nog eene andere stof, die gist doet ontleed worden, even als gist suiker doet? Doen wij suiker in CO^2 en alkohol veranderen door lijm, die jaren lang onveranderd bewaard was, die jaren lang in

gen van organische stof afhangen, zoo zijn toch de veranderingen zelve voor de waarneming toegankelijk en beloven zij voor de phy-

eenen toestand van niet ontleed worden verkeerde, zoo is de vraag: hoe begint de lijm, als van haar de alkoholvorming, de gisting uitgaat, ontleed te worden? waardoor geraakt zij in dien toestand? Deze vraag blijft nog onbeantwoord. Alleen kunnen wij met LIEBIG aannemen, dat zeer complexe stoffen los te zamen verbondene atomen bevatten, welke door uitwendige oorzaken even zoo gemakkelijk gescheiden worden, als de fulminaten enz. Tot deze uitwendige omstandigheden behoort zonder twijfel eene bepaalde temperatuur, eene temperatuur, die wel de gemiddelde des dampkrings niet te boven gaat, en dus, zoo als wij ze noemen, laag is, maar die desniettemin evenzeer complexe verbindingen veranderen kan, als eene hoogere temperatuur alle organische stoffen in eene groote reeks van pyrochemische produkten kan omzetten, stoffen, wier aard van die temperatuur geheel afhankelijk is. Wanneer wij nu waarnemen, dat de elementen der organische voorwerpen door verschillende temperatuur in verschillenden scheikundigen toestand gebragt worden, zoodat zij nieuwe verbindingen kunnen aangaan, dan kan er aan de warmte een katalytische invloed worden toegeschreven. Passen wij dit toe op hetgeen in die planten geschiedt, waar des winters geene functiën bestaan en met de voorjaarswarmte alles herleeft, voeren wij dit door over alle stoffen, die van den invloed der temperatuur meer of min afhankelijk zijn, zoo hebben wij eenig regt, om de warmte als eerste bron der scheikundige wisseling van bestanddeelen in complexe organische stoffen aan te nemen, die dan, eenmaal ontstaan, op andere kan worden overgeplant. De warmte noemen wij dan de stoffen katalyserende; de *aanvang* der ontleding van gist is alzoo aan eene bepaalde katalyserende temperatuur toe te schrijven.

De organische complexe voorwerpen worden door verschil in temperatuur ligtelijk omgezet, en deze omzetting plant zich ligt mede aan andere organische voorwerpen, die daarmede in aanraking zijn. Dit is stellig bewezen, en de eerste bron van scheikundige werking, die van complexe organische stoffen uitgaat en op andere ligchamen wordt omgeplant, stellen wij ons, naar hetgeen wij waarnemen, niet in die ligchamen zelve, maar in de temperatuur, en noemen in dien zin, in denzelfden, waarin BERZELIUS dit genomen heeft, de temperatuur katalyserende, een vermogen hebbende, om de scheikundige krachten, die in de elementen schuilen, die ze te zamen tot één geheel verbinden, te wijzigen, te versterken in sommige, te verzwakken in andere, daardoor gestoord scheikundig evenwigt en alzoo ook het onstaan van nieuwe ligchamen tot gevolg te hebben.

Door deze ontleding van organische stoffen kunnen er in anorganische stoffen krachten opgewekt worden, welke somtijds andere wetten volgen dan die, welke gewoonlijk in minerale stoffen voorkomen. Zoo wordt er b. v. uit sulphas sodae, wanneer het aan de inwerking der rotting wordt blootgesteld, koolstofzure soda en gezwaveld waterstofgas gevormd. Het koolstofzuur ontstaat uit de gisting der rottende stoffen; maar het zwavelzuur wordt hier, tegen alle gewone scheikundige wetten aan, ontleed, verliest deszelfs zuurstof, terwijl er ook water ontleed wordt,

siologie van het gezonde en zieke ligchaam in eene hooge mate vruchtbaar te worden. Men weet, dat dezelfde elementen en in

---

waarvan het hydrogenium zich met de zwavel verbindt. Wanneer wij zulk eene omzetting zien in sterk verhondene atomen, hoeveel gemakkelijker zullen de los verbondene atomen van organische stoffen daardoor kunnen omgezet worden. Uit de veelvuldige veranderingen, die suiker kan ondergaan, blijkt het, dat de elementen van suiker zeer los te zamen verbonden zijn, en losser dan die van vele andere ligchamen. Ook zijn het vooral de stikstofhoudende stoffen, die gemakkelijk ontleed worden, zoodat zij die ontledende werking ook aan andere voorwerpen mededeelen. De stikstof heeft eene groote neiging om zich los te maken, ten gevolge van haren indifferenten aard. Alleenlijk verbindt zij zich gaarne met hydrogenium tot ammonia. Van den oogenblik af aan, dat de voortbrenging daarvan voldaan wordt, is het scheikundig evenwigt der elementen gestoord en kan zich de werking op andere stoffen voortplanten. Het zijn de stikstofhoudende stoffen, die ontploffen; organische stoffen, in aanraking met water, geven, als zij stikstof bevatten, ammonia, en de koolstof en zuurstof vormen te zamen, ten gevolge der vorming van ammonia, koolzuur.

Gist en andere stikstofhoudende stoffen behoeven dus water om gisting voort te brengen, dat is, om eerst ammonia en koolzuur te vormen, en om later daardoor nieuwe stoornis der scheikundige krachten in andere voorwerpen op te wekken. De scheidende krachten gaan uit van de waterontleding, van de ontleding der organische stof van de ammonia-vorming en van de vorming van het koolzuur.

Wanneer suiker gist onder den invloed van eene gematigde temperatuur (15°—25°), dan ontstaat er steeds alkohol en CO^2 van. Evenzoo van vele suikerhoudende sappen. Wanneer deze echter bij 35—40° fermenteren, dan ontstaan er andere produkten. Het albumen en het gluten der sappen wordt hierbij geheel ontleed, zoodat alle stikstof als ammonia in de vloeistof voorkomt; terwijl onder dien veranderden invloed melkzuur, mannite en eene stof, aan gom gelijk, uit suiker gevormd worden, in plaats van alkohol en CO^2; hierbij worden tevens gassen uitgedreven. Het blijkt dus, dat van den toestand van het gluten en albumen, die te zamen onder de alkoholische gisting in ferment veranderd worden, geheelenal de ontleding van de suiker afhangt, en dat het ferment, eene andere dan de gewone ontleding ondergaande, geheel nieuwe produkten doet te voorschijn komen, welke met die der alkoholische fermentatie niets gemeen hebben. Hieruit blijkt ten duidelijkste, dat het algemeene begrip van het in beweging stellen der molecuLen niet voldoende is, om de alkohol- en koolzuurvorming uit suiker te verduidelijken, maar dat die beweging eene eigendommelijke, zulk eene wezen moet, die de molecuLen van suiker in dien zin en in geenen anderen aandoet, zal er alkohol en koolzuur uit ontstaan.

De eenvoudigste verandering, die ferment ondergaat, is alleen geschikt, om alkoholische gisting voort te brengen. Deze bestaat in het steeds ontwikkelen van CO^2 en in het waarschijnlijk tevens gevormd worden van ammonia. Wordt deze verandering tegengegaan, dan bezit het ferment niet het vermogen om gisting op

gelijke hoeveelheden vermengd, stoffen kunnen daarstellen, die geheel en al in eigenschappen verschillen; dat organische ligchamen door het opnemen of afgeven van één atoom water of zuurstof in stoffen veranderd worden van zeer verschillende scheikundige en physische eigenschappen; dat er in organische ligchamen, even als in de onbewerktuigde, onder zekere omstandigheden eene uitwisseling van een gedeelte hunner elementen tegen een gelijk aantal elementen van gelijke chemische hoedanigheid plaats grijpt, zoo als b. v. van zuurstof tegen chloor of zwavel, van stikstof tegen phosphor of arsenik. Ziet men, hoe de organische zelfstandigheden in hare zamenstelling aan elkander verwant zijn, en met welke

te wekken en te onderhouden; de gist is ook niet in staat gisting voort te brengen, althans te doen aanvangen, dan onder den invloed van oxygenium der lucht. Want sluit men deze volkomen af, dan ontstaat er geene gisting. Dat er bij de fermentatie der suiker ook een deel ferment wordt ontleed, hoezeer deszelfs bestanddeelen niets bijdragen tot de alkoholvorming en ook niet merkbaar tot de hoeveelheid CO^2, die ontwikkeld wordt, is door THENARD uitgemaakt, maar bovendien ook bewezen, doordien eene zeer kleine hoeveelheid ferment geene groote hoeveelheid suiker kan doen fermenteren, en omgekeerd de ontleding van het ferment nog voortgaat, nadat eene kleine hoeveelheid suiker geheel in alcohol en CO^2 veranderd is (LIEBIG).

Uit al het aangevoerde, dat aan het werk van MULDER ontleend en uitvoeriger aldaar te vinden is, meenen wij genoegzaam te hebben aangetoond, dat het niet de schimmels zijn, die de gisting (p. 27), noch ook de afgietseldiertjes, die de rotting (p. 24) voortbrengen. Het ontstaan er van is alleen aan dezelfde voorwaarden als die voor gisting en rotting gebonden, en deze zijn eene eigenaardige temperatuur, de aanwezigheid van zuurstof der lucht, van water en van eene stikstofhoudende zelfstandigheid. Alles toch, wat wij omtrent de suiker en hare veranderingen onder bepaalde omstandigheden hebben in het midden gebragt, geldt ook voor de ontbinding van alle andere organische stoffen (verschillende soorten van rotting), waarvan de producten eveneens naarmate van de verschillende katalyserende temperatuur, van den eigenaardigen invloed van in den staat van ontleding verkeerende zelfstandigheden enz. verschillen.

Verder wordt het hieruit meer duidelijk dat: er geene werkelijk vrijwillige ontledingen bestaan (p. 20), maar dat eene bepaalde katalyserende temperatuur de scheikundige spanning der moleculen, de neiging om zich met elkander steeds in evenwigt te stellen, verhoogt en daardoor tot nieuwe vereenigingen aanleiding geeft: dat het katalyserend vermogen van sommige stoffen, en vooral van de warmte, bij de omschrijving, welke hier aan hetzelve gegeven is, geene hypothese is, maar een wetenschappelijk feit, en daarom onmogelijk gevaarlijk (p. 21) kan worden genoemd: dat de denkbeelden van LIEBIG, over den invloed van moleculen in beweging, veel tot opheldering van sommige punten der wetenschap kunnen bij-

geringe middelen een zoo groot aantal van zamenstellingen wordt verkregen, dan mag men hopen, dat de primaire, meer eenvoudige en algemeen verspreide plantaardige en dierlijke grondstoffen zullen worden gevonden, door welker wijziging de specifieke zelfstandigheden der vloeistoffen en organen gevormd worden; men kan verwachten, dat men die wijzigingen zelve leert kennen, en de omstandigheden, onder welke zij worden voortgebragt. De plantenchemie heeft reeds sedert eenen geruimen tijd aanmerkelijke schreden tot dit doel gedaan. Men herinnere zich hier slechts de scheikundige processen bij het kiemen, de ontwikkeling der diastase en hare werking op het zetmeel, de verandering van amygdaline in bittere-amandelolie door emulsine, en van bittere-amandelolie in benzoëzuur door de in de dampkringslucht aanwezige zuurstof, enz. Maar ook de zoöchemie kan feiten van dezen aard aanwijzen; wij rekenen daaronder de ontdekking van de proteine, de nieuwe analysen van de bestanddeelen der urine, en de proeven over kunstmatige spijsvertering. Des te moeijelijker echter wordt het, zelfstandigheden als nadere bestanddeelen van het dierlijk ligchaam aan te merken, welke uit zamengestelde vloeistoffen niet alleen door aanwending van warmte, maar ook door middel van de meest verschillende herkenningsmiddelen zijn daargesteld. De bekende ontledingen der gal hebben zoodanige zelfstandigheden in menigte geleverd.

Tot de organische stoffen behooren zoowel die, welke door het levensproces van organische ligchamen gevormd worden, als die, welke kunstmatig door zekere behandelingen uit deze worden voortgebragt, zoolang zij slechts het eigenaardige kenmerk van de zamenstelling der organische verbindingen bezitten. De meeste stoffen, welke wij nu afzonderlijk zullen beschrijven, rekenen wij tot de eerste soort en zien haar als educten aan, hoewel wij niet met zekerheid kunnen zeggen, in hoe verre de bereidingswijze op hare vorming invloed heeft uitgeoefend. Tot de kunstmatig voortgebragte stoffen echter behoort b.v. de lijm, welke door koken uit kraakbeenderen en uit zekere vezelachtige weefsels verkregen wordt. Van de ont-

dragen, zoo men hierbij ook niet vergete, dat, elke omzetting van moleculen onder verschillende omstandigheden verschillend zijnde, de indruk, welken zij aan andere stoffen mededeelen, ook daarnaar moet verschillen. VERT.

ledingsproducten en de verbindingen van organische stoffen met anorganische zal ik slechts diegene opnemen, welke óf reeds in het levende organisme kunnen tot stand komen, óf die tot verklaring van de zamenstelling der organische stoffen van gewigt zijn, óf die eindelijk de verwantschap der organisch-chemische processen met de chemische processen der onbewerktuigde natuur aantoonen. Ten opzigte van de overige verwijze ik naar de bovengenoemde handboeken.

Overigens zal in de volgende bladzijden slechts van de eigenschappen der vormlooze stoffen sprake zijn. Een eerste vereischte bij scheikundige onderzoekingen is, dat men ten minste mechanisch gelijkvormige en eenvoudige ligchamen tot het onderzoek bezige. Daartegen heeft de zoöchemie dikwijls genoeg gezondigd, en hij, die bij chemische nasporingen ook het mikroskoop te hulp neemt, kan zich overtuigen, hoe dikwijls er zamengestelde ligchamen, blaasjes met eenen meer of minder vloeibaren inhoud, voor nederslagen eener eenvoudige, in water onoplosbare zelfstandigheid zijn gehouden. Van de gistingsschimmels heb ik dit boven reeds aangemerkt; bij de analyse van het pigment werden het omkleedsel der pigmentblaasjes, hunne kern en de zelfstandigheid der pigmentligchaampjes, alzoo ten minste driederlei scheikundig van elkander verschillende weefsels, met elkander vermengd. Soortgelijke onnaauwkeurigheden maken de onderzoekingen van het bloed, van het slijm, zaad enz. voor een gedeelte onbruikbaar. Wanneer ook de reactiën eener organische zelfstandigheid, welke zoodanige blaasjes bevat, hoofdzakelijk van den inhoud der blaasjes afhangen, dan maakt het toch een aanmerkelijk verschil, of de stof vrij in de vloeistof opgelost en verdeeld, dan of zij in afzonderlijke cellen ingesloten is. Zoo ligt, om slechts een paar voorbeelden aan te voeren, het onderscheid tusschen globuline en gewoon eiwit daarin, dat in de globuline het eiwit in afzonderlijke, heldere en met het bloote oog niet zigtbare blaasjes bevat is (1); de globuline blijft daarom bij de stremming korrelig en kruimelig, terwijl zuiver eiwit een zamenhangend coagulum vormt. Het vet der

(1) Dat de globuline eene proteine-verbinding is, is volgens MULDER zonder tegenspraak (*Bulletin*. 1839, p. 81), maar welke zij is, is voor als nog onbekend. SIMON houdt ze voor caseine. Verg. MULDER, *Proeve eener algemeene physiologische scheikunde*, p. 341.

melk wordt in kokenden alkohol moeijelijk opgelost, zoolang de omkleedsels der vetblaasjes ongeschonden zijn: oogenblikkelijk echter geschiedt dit, zoodra men deze door azijnzuur heeft opgelost.

Men verdeeldt de organische verbindingen, naar hare scheikundige eigenschappen, in zure, basische en indifferente ligchamen. Onder de nadere bestanddeelen van het menschelijk organisme behooren verreweg de meeste tot de indifferente stoffen. Eene rangschikking volgens dit of een ander streng chemisch beginsel is overigens niet mogelijk. Twee natuurlijke groepen laten zich daarstellen, naarmate de zelfstandigheden stikstof bevatten al dan niet. Wij plaatsen, voor zoo ver het mogelijk is, de soortgelijke stoffen bij elkander, en maken met de meest algemeen verspreide, de eiwitachtige, een begin.

A. STIKSTOFHOUDENDE STOFFEN.

I. PROTEINE.

Deze zelfstandigheid is de grondstof der eiwitachtige ligchamen in het planten- en dierenrijk, en bevindt zich voornamelijk in het eiwit, de vezelstof, de kaasstof, in verbinding met eene kleine hoeveelheid zwavel, phosphor en zouten, van welke zij op de volgende wijze wordt bevrijd. De voor de bereiding van proteine bepaalde stof wordt, nadat zij gestold is, achtereenvolgens met water, alkohol en aether uitgeloogd, om extractiefstoffen, vet en de oplosbare zouten te verwijderen. Men verwarmt ze daarna in eene matig sterke potaschloog tot op ongeveer + 50°, waarbij de phosphor en zwavel der organische verbinding zich met de potasch tot phosphorzure potasch en zwavelpotassium vereenigen. Uit de alkalische vloeistof wordt alsdan de proteine door azijnzuur nedergeslagen en op een filtrum met water uitgewasschen.

De vochtige proteine is geleiachtig, reuk- en smaakloos, onoplosbaar in water, wijngeest en aether. Gedroogd is zij wit-geelachtig, hard en broos; in fijn gewreven toestand stelt zij een barn-

steengeel poeder daar. Zij trekt uit de lucht water aan; in water zwelt zij op, en verkrijgt hare vroegere eigenschappen weder.

Zij bestaat in 100 deelen uit	stikstof	—	16,01
	koolstof	—	55,29
	waterstof	—	7,00
	zuurstof	—	21,70

Haar atoomgewigt, uit het proteine-zwavelzuur berekend, bedraagt (wanneer zuurstof = 100 is) 5529,528. De chemische formule is volgens MULDER $N_{10} C_{40} H_{62} O_{12}$.

In de hitte levert proteine de gewone producten der overhaling van stikstofhoudende ligchamen en eene poreuse kool, die in de lucht zonder iets achter te laten verbrandt. Bij de verrotting wordt zij in humuszuur, koolzuur en ammonia ontleed. Door aanhoudend koken met water krimpt zij ineen, wordt hard en voor een gedeelte opgelost; het onopgeloste is onveranderde proteine; het opgeloste ziet er na de uitdamping als eene broze, gele massa uit, en heeft eenen aangenamen bouillonsmaak. Voor een klein gedeelte wordt zij in alkohol opgelost; het in water opgelost gedeelte stolt niet, maar vormt nederslagen met looistof, azijnzuur loodverzuursel, zwavelzuur ijzerverzuursel en aluin.

Zoo er door de oplossing eener proteineverbinding chloor geleid wordt, dan wordt er door de ontleding van het water zoutzuur en chlorigzuur gevormd. Het laatste verbindt zich met de proteine. Zwavel, phosphor en de bijgemengde zouten worden afgescheiden. Het proteine-chlorigzuur wordt in witte vlokken nedergeslagen. Gedroogd zijnde, is het een stroogeel, in water nagenoeg onoplosbaar poeder. Het bestaat, volgens MULDER, uit een atoom proteine en een atoom chlorigzuur, wordt in ammonia onder ontwikkeling van stikstof opgelost, en uit de oplossing wordt door alkohol eene nieuwe stof nedergeslagen, oxyproteine volgens MULDER. Deze stof kan men beschouwen als het hydraat eener zelfstandigheid, die uit N_{10} C_{40} H_{62} O_{15} of uit 1 atoom proteine + 3 atomen zuurstof gevormd is. Het proteine-chlorigzuur heeft de chloor aan de ammonia afgegeven en de zuurstof behouden. Oxyproteine verhoudt zich jegens herkenningsmiddelen soortgelijk als de proteine, doch wordt door cyanuretum potassii et ferri niet nedergeslagen. (1)

(1) Dit is de latere tri-oxy-proteine, welke ook door koken van fibrine en

Proteine wordt in alle verdunde zuren opgelost, en vormt daarmede verbindingen, die bij overmaat van zuur moeijelijk of in het geheel niet oplosbaar zijn. Uit de zure oplossing wordt zij daarom door nieuwe bijvoeging van zuur nedergeslagen, door water weder opgelost. Alleen azijnzuur en ongegloeid phosphorzuur lossen ook in overmaat proteine op. Zoo zij met deze zuren overgoten wordt, wordt zij aanvankelijk geleiachtig, welke gelei zich in water slechts langzaam oplost, spoediger echter wanneer het mengsel verwarmd wordt. Na de verdamping der azijnzure oplossing blijft er eene doorschijnende, geelachtige massa terug, die, na volkomen gedroogd te zijn, in water niet weder oplosbaar is. Ook citroen- en wijnsteenzuur, alsmede koolzuurhoudend water, lossen de proteine op (Bird). Uit alle zure oplossingen wordt zij door potassium-ijzercyanure en cyanide, door looistofzuur en loogen nedergeslagen. Dat het door cyanuretum ferri et potassii wordt nedergeslagen, beschouwt Berzelius als een eigenaardig kenteeken. De nederslag bestaat uit blaauwstofijzer en eene blaauwstofverbinding van de proteine, welligt blaauwstof-waterstofzure proteine. Looistofzure proteine verkrijgt men, wanneer men eiwit met water verdunt en met looistof van den eikenbast nederslaat.

Door zamengedrongene zuren wordt de proteine veranderd. In zuiver salpeterzuur vormt zich onder ontwikkeling van stikstof, xanthoproteine-zuur, ammonia, acidum oxalicum en appelzuur. In zwavelzuur gekookt, wordt zij purperkleurig en gaat zij in leucine en lijmsuiker over. Met koud zwavelzuur getrokken, vormt zij onderscheidene verbindingen. Wanneer proteine met zoutzuur getrokken wordt, dan ontstaat er eene violette of blaauwe kleur, volgens Mulder door de vorming van salmiak en humuszure ammonia.

Proteine wordt in verdunde loogen en in oplossingen van alkalische aarden zonder ontleding opgelost. Wijngeest slaat haar uit de

albumine in water verkregen wordt, en een voornaam bestanddeel der ontstekingskorsten vormt. In het bloed is zij steeds in eene kleine hoeveelheid aanwezig, even als in de etter (*pyine*), terwijl zij in de longen wordt bereid. Eene andere verbinding van de proteine met zuurstof is de bi-oxy-proteine, welke uit de haren wordt verkregen, door deze in potasch op te lossen en door een zuur neder te slaan. Het eerste praecipitaat, hierbij verkregen, is proteine, het tweede bi-oxy-proteine, C^{40}. H^{62}. N^{10}. O^{14}. Verg. Mulder, *Proeve eener physiologische scheikunde*, p. 331. Vert.

oplossing neder; met potasch-hydraat in overmaat bij eene zachte warmte getrokken, levert zij ammonia, koolzuur en mierenzuur, welke zich met de potasch verbinden, verder leucine, protide en erythroprotide. Met de eigenlijke aarden en metaalverzuursels vormt zij onoplosbare verbindingen. Om deze te verkrijgen, voegt men bij de oplossing van het metaalzout, dat de proteine zal oplossen, azijnzuur. Tien atomen proteine verbinden zich met een atoom verzuursel, en het dubbele aantal, wanneer er azijnzuur in overmaat aanwezig is.

Van de verbindingen der proteine zijn die met zwavelzuur nader onderzocht. Het proteine-zwavelzuur (*acidum sulphoproteicum*) wordt verkregen door de inwerking van zamengedrongen zwavelzuur op eiwit, vezelstof of kaasstof. Het is in droogen toestand geelachtig, moeijelijk tot poeder te brengen, in water, wijngeest en aether onoplosbaar, gemakkelijk oplosbaar in potasch en ammonia. Het verbindt zich met metaalversuurzels, en wel, naar het schijnt, met zooveel, als het zwavelzuur van de verbinding verzadigen kan. Eene andere verbinding van het zwavelzuur met proteine (*acidum sulphobiproteicum*) verkrijgt men, wanneer men verdund zwavelzuur bij de oplossing van de proteine in azijnzuur droppelt. Er vormt zich een vlokkig nederslag, die uit 2 atomen proteine met water en 1 atoom zwavelzuur bestaat.

Welligt zal later nog veel tot de proteine worden teruggebragt, wat tot nog toe slechts bij afzonderlijke proteineverbindingen is aangetoond.

De volgende nadere bestanddeelen kan men onder den naam van *proteineverbindingen* zamenvatten. Zij zijn zamengesteld uit proteine en kleine hoeveelheden phosphor of zwavel, of beide. Wat de wijze der zamenstelling aangaat, de verschillende zienswijzen daaromtrent zijn reeds vroeger medegedeeld.

I. ALBUMINE.

Albumine (eiwitstof) is van de proteineverbindingen het meest algemeen verspreid. Er bestaan twee varieteiten.

De *eerste* varieteit wordt gevonden in de wei der chijl, der lymphe en van het bloed, en in de meeste vloeistoffen, welke uit het bloed worden afgescheiden, ook in de pathologische afscheidingen

van wei en etter. Bij de ontleding van alle weefsels verkrijgt men eiwit in eene grootere of kleinere hoeveelheid, deels uit het bloed der bloedvaten zelve, deels uit het uitgezweete bloedvocht, dat de weeke weefsels doortrekt, welligt ook uit het binnenste der buisjes en blaasjes, welke het weefsel zamenstellen. Het is een hoofdbestanddeel van de hersenen en het ruggemerg.

De *tweede* varieteit komt in de eijeren van vele dieren voor, met name der vogels, waar het als eene bijzondere laag, waarschijnlijk in cellen van een fijn vliesje ingesloten, den dojer digt omgeeft.

Het eiwit der planten is van het dierlijke niet wezenlijk onderscheiden. Het is echter niet onderzocht, of het met eene der genoemde varieteiten overeenkomt, dan of het eene derde zoude vormen.

Om het eiwit zuiver daar te stellen, verdampt men eiwit of bloedwei bij eene temperatuur, die + 50° niet te boven gaat, of in het luchtledige boven zwavelzuur. De drooge massa wordt tot poeder gewreven, en dit eerst met aether en vervolgens met alkohol uitgetrokken. Na gedroogd te zijn, verschijnt het als eene gele massa (barnsteengeel uit eijeren, donker geel uit bloedwei), het is glinsterend, doorschijnend, broos, zonder reuk of smaak, reageert noch zuur, noch alkalisch, en wordt in koud water weder volkomen opgelost. In gedroogden toestand kan het tot 100° verhit worden, zonder dat het verandert. Verwarmt men de waterige oplossing, dan begint zij bij + 60° troebel te worden, verstijft, wanneer zij zamengedrongen is, bij + 61°, en het eiwit gaat in den gestolden toestand over. Deze overgang grijpt eerst bij eene hoogere temperatuur plaats, wanneer de oplossing verdund is; zeer verdunde eiwit-houdende vloeistoffen worden eerst bij 90—100° troebel, en het gecoaguleerde eiwit verzamelt zich eerst na lang voortgezet koken. Naarmate de vloeistof meer of minder zamengedrongen is, stremt het in massa of in afzonderlijke vlokken, welke onder het mikroskoop uit zuivere, zamendrukbare vezelen schijnen te bestaan.

Het gestolde eiwit is in scheikundige zamenstelling van het versche niet onderscheiden; beide zijn isomere verbindingen, welke zich slechts door hare verhouding tot het water onderscheiden. Bovendien heeft Mulder gevonden, dat de verzadigings-capaciteit van

ongestold eiwit veel grooter is, dan die van het gestremde. Hitte is niet de eenige voorwaarde, waaronder eiwit coaguleert. In den kring der Voltasche zuil stremt het bij zwakke toestellen aan den positiven pool door het vrij wordende zuur van het keukenzout, bij sterke apparaten aan beide polen, evenzeer ten gevolge van de ontleding van het keukenzout; aan den positiven draad zet zich zoutzure albumine aan, aan den negativen albumine-soda. Wanneer het keukenzout uitgetrokken is, veroorzaakt de Volta'sche zuil geene stremming. Door bijvoeging van keukenzout wordt de strembaarheid weder hersteld.

De stremming volgt verder door de bijvoeging van kreosoot, zelfs van eene zeer kleine hoeveelheid, en van wijngeest. De oplossing van albumine in water wordt door wijngeest nedergeslagen; wanneer de wijngeest veel water-houdend is, en er niet in overmaat wordt bijgevoegd, dan is de nederslag in water weder oplosbaar; in het tegenovergestelde geval echter is het eiwit gestold. Vele zuren, met name salpeterzuur, gegloeid phosphorzuur, looistofzuur, chromiumzuur (HÜNEFELD) en vele metaalzouten slaan het eiwit neder, dewijl zij met hetzelve onoplosbare verbindingen vormen. Het sterkst werken salpeterzuur zilver, basisch azijnzuur lood, sublimaat en salpeterzuur kwikzilver-oxydule: de laatste maken nog een mengsel van eiwit met 2000 deelen water troebel. Ook door eene geconcentreerde oplossing van aluin wordt eiwit nedergeslagen, evenzeer als door chloorgas en zwavelwaterstof, en volgens PAPPENHEIM (1) ook door galhars. Na de afscheiding uit deze verbindingen bevindt zich het eiwit in gecoaguleerden toestand. Worden de verbindingen van albumine met zuren in water opgelost en de oplossing met koolzure ammonia vermengd, dan wordt er gestold eiwit nedergeslagen. Met aether stremt slechts het eiwit van eijeren. Het eiwit der wei wordt er niet door veranderd; BERZELIUS zag echter eene sterk albumen-houdende vloeistof uit de nieren van een paard eveneens door aether stremmen, en HÜNEFELD (2) geeft op, dat wei van ontstoken bloed dikwijls door aether stremt, even als ook de wei van zwijnen, honden en schapen en het se-

(1) *Die Verdauung*, S. 65.
(2) *Chemismus in d. thier. Organisation*, S. 146.

rum van menschen, wanneer men het met cruor roert en zich daarna weder laat afscheiden, terwijl aan den anderen kant het eiwit van hoenders somtijds ook met aether niet stolt. HÜNEFELD trekt daaruit het besluit, dat het eiwit somtijds nog vezelstof opgelost bevat.

Zuiver *gestold* eiwit verkrijgt men op die wijze, dat men eiwit of bloedwei verhit en de massa achtereenvolgens met koud water, alkohol en aether uittrekt, of door het nederslaan eener oplossing van zoutzure albumine met koolzure ammonia en het afwasschen van den nederslag met water en uitkoken met alkohol. Dat, hetwelk op de eerste wijze bereid is, bevat nog phosphorzure kalkaarde; het op de tweede wijze verkregene is door het zoutzuur daarvan bevrijd.

Het gestolde eiwit komt geheelenal met de proteine overeen. Het is wit, ondoorschijnend, vast; gedroogd is het hard en doorschijnend, in water niet of naauwelijks oplosbaar, namelijk van 7 deelen op 1000 deelen water. Het eiwit der bloedwei bestaat, volgens MULDER, in 100 deelen uit

stikstof	—	15,83.
koolstof	—	54,84.
waterstof	—	7,09.
zuurstof	—	21,23.
phosphor	—	0,33.
zwavel	—	0,68.

De hieruit berekende formule is $N_{100}\ C_{400}\ H_{620}\ O_{120} + PS_2$, het atoomgewigt = 55983,78. De albumine der wei schijnt alzoo eene verbinding van 10 atomen proteine met 1 atoom phosphor en 2 atomen zwavel; de albumine der eijeren bevat slechts de helft zwavel, derhalve 1 atoom zwavel en 1 atoom phosphor. Zoo echter de vrije soda, die daarin aanwezig is, vóór het koken met azijnzuur wordt verzadigd, dan komt zij geheelenal met het eiwit van het bloed overeen. Bovendien zijn er in de albumine nog eenige zouten aanwezig, namelijk phosphorzure en zwavelzure, alsook chloorsodium. Uit het eiwit van eijeren verkreeg MULDER 2,05 % asch, grootstendeels phosphorzure kalkaarde. De hoeveelheid van den phosphor in deze zouten komt volgens MULDER met de hoeveelheid van den vrijen phosphor in de albumine overeen.

De phosphorzure kalk, welke met het eiwit verbonden is, heeft dezelfde zamenstelling, als die der beenderen.

Bij het koken met water, bij de drooge destillatie levert albumine dezelfde producten, als proteine; er vormen zich echter ook zwavelhoudende verbindingen, namelijk zwavelwaterstof.

Even als de proteine lost zich ook het eiwit in zeer verdunde zuren op, wordt door eene overmaat van zuren nedergeslagen en in zamengedrongene zuren onder ontleding weder opgelost. Wanneer daarom albumine met een niet genoeg verdund zuur vermengd wordt, dan verbindt zij zich wel is waar met hetzelve, maar de verbinding wordt niet of slechts in eene kleine hoeveelheid opgelost. Ook moet het zuur gedurende eenen langen tijd met haar in aanraking zijn. Bij het koken met zuren geschiedt de oplossing spoediger, en er vallen ook terstond groote stukken eiwit volkomen en, zoo als het schijnt, zonder ontleding neder. (1) De oplossing wordt door cyanuretum ferri et potassii, sublimaat en door minerale zuren nedergeslagen; de doorgezegene vloeistof zet bij het koken op nieuw eenige vlokken af, die door verdunde zuren in de hitte weder opgelost kunnen worden. Na derzelver afscheiding blijft er eene geringe hoeveelheid van zouten en dierlijke stof terug, welke door loodazijn, sublimaat en looistof wordt aangetoond, en voor een gedeelte in wijngeest, voor een ander gedeelte in water wordt opgelost, evenals de door koking uit de proteine verkregene, extractaardige zelfstandigheid. Door de bijvoeging van onzijdige zouten wordt de oplossing van eiwit in zuren verhinderd of vertraagd (Wasmann). Ook hier maken het azijnzuur en ongegloeid phosphorzuur eene uitzondering, in zooverre als zij zelfs in overmaat het eiwit opgelost houden; van het koolzuur is dit twijfelachtig; volgens Simon is de met hetzelve in overmaat verkregene nederslag onoplosbaar. De genoemde zuren verhinderen ook de stremming van versche eiwitstof door middel van warmte.

De oplossing van ongestold eiwit in water bezit echter ook de eigenschap van door zeer kleine hoeveelheden zuur te worden nedergeslagen. Wanneer men bij versch en opgelost eiwit allengs

---

(1) Wasmann, *de digestione*, p. 27.

een zuur voegt, dan ontstaat er dientengevolge eerst eene troebelheid, welke weder verdwijnt, wanneer men er meer zuur bijvoegt; gaat men nu met het toevoegen van zuur voort, dan ontstaat er een nieuwe nederslag, welke eindelijk eveneens weder wordt opgelost, en wel bij het bezigen van minerale zuren met eene sterke kleurverandering, van geel, purper, tot het blaauwe overhellende. VALENTIN (1) onderscheidt den eersten en tweeden nederslag als eenen mikrolytischen en makrolytischen, en eveneens de oplossingen in kleinere en grootere hoeveelheden zuur als mikrolytische en makrolytische oplossing (2). Uit de zure oplossingen wordt de eiwitstof, even als de proteine, door bloedloogzout nedergeslagen.

Verdunde bijtende en koolzure loogen reageren op het vloeibare eiwit niet en verhinderen zijne stremming in de hitte; zamengedrongene alkalische oplossingen doen het eiwit stollen; kaustische alkaliën lossen het gestolde op.

De albumine verbindt zich met zuren en bases, en kan zoowel in oplosbaren, als in gestremden toestand in de verbindingen bevat zijn. De verbindingen van ongestold eiwit zijn echter zeldzamer en daardoor minder bekend. Wanneer men bij eene oplossing van eiwit in water verdund zwavelzuur droppelsgewijs bijvoegt, totdat de vloeistof zuur reageert, dan verkrijgt men eene waterheldere oplossing van zwavelzure albumine, die tot eene doorschijnende

1) *Repertorium*, 1837. S. 177.

2) Uit deze eigenschap van de albumine zijn de verschillende uitspraken omtrent hare oplosbaarheid verklaarbaar. Nadat eerst BERZELIUS eene juiste voorstelling van de zaak gegeven had, hebben BEAUMONT, EBERLE, MÜLLER en SCHWANN (Zie MÜLLER'S *Physiol.* I, 543) de oplosbaarheid van het eiwit en de vezelstof in verdunde zuren ontkend; het maagsap zoude niet door zijn zuur, maar door eene eigenaardige dierlijke stof, pepsine (z. o.), oplossend op deze stoffen werken. VALENTIN sloot zich echter aan BERZELIUS aan, en WASMANN vond eveneens, dat zeer dunne eiwitstukjes, na eenige dagen in zuren te hebben gemacereerd, volkomen opgelost werden. SCHWANN heeft opgegeven, dat het zuur van het maagsap gedurende de spijsvertering niet vermindert, en dat alzoo de oplossing van het eiwit niet het gevolg van zijne verbinding met het zuur is; WASMANN daarentegen maakte de opmerking, dat, wanneer de oplossende kracht van het maagsap uitgeput is, zijne werkzaamheid door bijvoeging van zuur, maar niet door bijvoeging van pepsine, kan hersteld worden. Volgens hem is ook het zuur het oplossingsmiddel in het maagsap, en de pepsine dient slechts, even als de warmte, om de oplossing te bespoedigen.

bleekgele massa indroogt, en vervolgens voor het grootste gedeelte in water weder oplosbaar is, totdat er een gering slijmig gedeelte overblijft, hetwelk uit zwavelzure gestolde albumine bestaat. De oplossing is zuur, kleurloos, van eenen slijmigen smaak en stolt in de hitte volkomen. Ook het coagulum is zwavelzure gestolde albumine.

Verschillende versch nedergeslagene metaal-oxyden worden door bloedwei of eiwit opgelost, koperoxyde met eene blaauwe, ijzeroxydule met eene groenachtige, ijzeroxyde met eene roestgele kleur. Daar de albumine in de genoemde vloeistoffen reeds met alkali verbonden is, zoo beschouwt BERZELIUS deze oplosbare verbindingen als basische dubbelzouten. Versch eiwit lost in vele verhoudingen phosphorzuren kalk, op en vormt eerst met groote hoeveelheden van denzelven eene onoplosbare verbinding. De eigenschap van de albumine, om phosphorzuren kalk op te lossen, is in een physiologisch opzigt hoogst gewigtig.

In de meeste verbindingen met zuren is het eiwit gestremd. De zwavelzure oplosbare albumine wordt, zoo als vermeld is, door koken in zwavelzure gestremde albumine veranderd. Salpeterzuur en zoutzuur eiwit worden verkregen door behandeling van eiwit met de genoemde zuren. Koolzure albumine verkrijgt men, wanneer het eiwit, dat uit eene zure oplossing door middel van alkali is nedergeslagen, met water vermengd wordt, en hierdoor zoolang koolzuur wordt geleid, dat het eiwit is opgelost.

De verbindingen van de albumine met bases worden albuminaten genoemd. Met zuivere alkaliën vormt zij oplosbare verbindingen, welke met alkohol kunnen worden nedergeslagen. Wanneer versch eiwit met koolzure soda wordt vermengd, dan vormt er zich albumine-soda en koolzure albumine; wordt gestolde albumine met koolzure soda gekookt, dan ontwijkt het koolzuur, en er ontstaat albumine-soda, die opgelost wordt (BIRD). Eveneens verhoudt zich de opgeloste albumine, volgens MULDER, tot de aarden metaalzouten. Zoo het zout onzijdig is, dan ontstaan er een albumine-metaaloxyde, dat onoplosbaar is, en eene oplosbare verbinding van albumine met het zuur van het metaalzout, die weggewasschen kan worden. Wanneer het metaalzout bij het serum van het bloed gevoegd wordt, en wanneer zijn oxyde met de chloor, het phosphorzuur en zwavelzuur, welke zich in het bloed

bevinden, onoplosbare verbindingen aangaat, dan worden er met het albumine-metaaloxyde ook nog chloormetaal, phosphorzuur- en zwavelzuur zout nedergeslagen. De nederslag, welken zwavelzuur koperoxyde met eiwit vormt, is volgens C. G. MITSCHERLICH eene verbinding van eiwit met het koperzout; volgens MULDER bestaat hij uit albumine-koperoxyde en zwavelzure albumine, van welke het laatste door lang voortgezet afwasschen verwijderd kan worden. MITSCHERLICH voert daartegen aan, dat zwavelzuur eiwit in azijnzuur niet wordt opgelost, terwijl daarentegen de uit eiwit en zwavelzuur koperoxyde bestaande verbinding in azijnzuur oplosbaar is. Het albumine-koperoxyde wordt in verdunde zuren en met eene roode kleur in bijtende alkaliën opgelost. Het bestaat uit 10 atomen proteine op 1 atoom oxyde (MULDER).

Sublimaat wordt door versch eiwit volkomen nedergeslagen; de nederslag is in azijnzuur, in verdund zwavelzuur en in potasch oplosbaar; zijne azijnzure oplossing wordt door potassium-ijzercyanure met eene geelachtige kleur, door potassium-ijzercyanide met eene groene kleur nedergeslagen. Ook de nederslag door sublimaat is volgens MULDER geene verbinding van sublimaat en eiwit, zoo als LASSAIGNE geloofde, maar bestaat uit albumine-kwikzilveroxyde en zoutzure albumine, welke door afwassching kan worden verwijderd. Het albuminaat van het kwikzilveroxyde bevat volgens ELSNER (1) 10,278—11,192 kwikzilveroxyde op 89,722—88,808 albumine. Het albuminaat van lood is wit; de nederslag van loodazijn wordt in eene overmaat van loodazijn en van eiwit opgelost. De verbindingen van albumine met metaal-oxyden bevatten nog zwavel en phosphor.

Zoo als reeds is aangemerkt, neemt MITSCHERLICH ook verbindingen van albumine met zouten aan. De koperverbinding, die helder blaauwgroen, en gedroogd donkerder is, bevatte 5,8—6,8 onzijdig zwavelzuur koper en 94,2—93,2 albumine; in eene verbinding met zilverzout vond hij 8,79 onzijdig zwavelzuur zilveroxyde en 91,21 eiwit; de ijzerzoutverbinding bestond uit 6,9 onzijdig zwavelzuur ijzeroxyde en 93,1 eiwit. Zij is geelachtig rood en wordt bij het droogen bruin.

---

(1) POGGEND. *Annalen*, XLVII, 609.

Een aantal van reactieproeven met eiwit geeft VALENTIN t. a. p. en PAPPENHEIM, *Verdauung*, S. 37 en volg.

2. FIBRINE.

Fibrine, vezelstof, komt voor in de lymphe, in de chijl en het bloed en in vele vloeistoffen, welke regtstreeks uit de bloedvaten afgescheiden zijn, met name in de wei der weivliesholten (HEWSON), in ontstekingaardige uitzweetingen, zelden in hydropische vloeistoffen (1) en in de urine (2). Het hoofdbestanddeel der spieren is gestolde vezelstof; in het bloed is zij opgelost, doch scheidt zich na den dood zeer spoedig door vrijwillige stolling van hetzelve af.

Er bestaat geen ander middel, om vloeibaar eiwit van vloeibare vezelstof te onderscheiden, dan juist de vrijwillige stremming van de fibrine. Eene vloeistof, die niet stremt, bevat alzoo geene vezelstof. Het bloed van asphyctisch gestorvenen, van dood gejaagde dieren, van vergiftigden, als ook het bloed van die individuën, welke bij eene overigens volkomene gezondheid na ligte verwondingen doodbloeden, van de lijders aan zoogenaamde bloederziekte, stremt niet, en bezit alzoo geene vezelstof. Onjuist is men gewoon te zeggen, dat in de genoemde gevallen de vezelstof niet stremt.

Wanneer het bloed aan den invloed van het organisme onttrokken is, dan stremt het zoowel onder den invloed van warmte als van koude, in de lucht zoowel als in het luchtledige (3) en in verschillende gassoorten (4), in rust zoowel als in beweging. Het bloed wordt eerst geleiachtig, trekt zich vervolgens allengs zamen, en drijft de vloeistof uit, terwijl de bloedligchaampjes met de vezelstof verbonden blijven. De stremming van het uit eene ader gelaten bloed grijpt nu eens spoediger, dan eens langzamer plaats, en, naar het schijnt, in het algemeen des te sneller, naarmate

(1) MATEER in het *Edimb. med. and surg. Journal.* 1837. Jan. p. 74. A. MAGNUS in MÜLLER'S *Archiv*, 1838, S. 95.

(2) H. NASSE in F. *und* H. NASSE, *Unters.* 1, 207.

(3) SCUDAMORE, *Versuch. über d. Blut. A. d. E.* Würzb. 1826, S. 20. TIEDEMANN, GMELIN en MITSCHERLICH, in het *Zeitschrift für Physiol.* V, 1.

(4) SCHROEDER VAN DER KOLK, *Diss. sistens sanguinis coagulantis historiam.* Groning. 1820, p. 81.

het meer vezelstof bevat. De gemiddelde tijd der stremming van dat der menschen is 3—7 minuten (1). Bij dieren, welke men laat doodbloeden, stremt de laatste kom bloed sneller, dan de vroegere (2); onder den invloed van warmte volgt de stremming sneller (3). Wanneer het bloed, onmiddellijk nadat het uit de ader gelaten is, door koude vast wordt, dan is de vezelstof bij het ontdooijen nog vloeibaar en stremt later (4). Op den tijd, binnen welken de stremming plaats grijpt, schijnt de lucht allezins invloed uit te oefenen, en de stremming wordt door het afsluiten der lucht vertraagd. Somwijlen blijft de vezelstof in het ligchaam vloeibaar en stremt eenen geruimen tijd na den dood, wanneer het bloed uit de ader gelaten wordt (5). Ook in darmstukken kan het bloed lang vloeibaar blijven, wanneer het uit de ader onmiddellijk daarin gelaten wordt zonder met de lucht in aanraking te komen (6). Het coagulum van het in een darmstuk gestolde bloed bedroeg 11,9 procent, het coagulum van eene andere hoeveelheid van hetzelfde bloed, in de lucht gestold, 13,2 procent. Bloed, dat uit de vaten getreden is en zich binnen het levende ligchaam bevindt, stremt dikwijls, dikwijls echter ook niet. In eene ader tusschen twee ligaturen vertoonen zich reeds na 10 minuten kleine vlokken; na 3 uren is de stremming volkomen; bij toetreding der lucht echter vroeger (7).

De reden, waarom het buiten de circulatie geplaatste bloed stremt, is niet bekend. Men beschouwt de stremming als het laatste levensbedrijf, als het sterven van het bloed, zeker ten onregte, want de in holten uitgestorte, gestolde vezelstof is levensvatbaar en voor vervorming geschikt. Welligt zoude men nader aan de oplossing

---

(1) Verg. over den tijd waarin en de wijze waarop de stremming plaats grijpt. H. NASSE *d. Blut*, S. 23.

(2) HEWSON, *experim. inq.* I, 62.

(3) t. a. p. I, 3.

(4) De waarnemingen zijn verzameld bij H. NASSE. t. a. p. S. 193.

(5) HEWSON, *exp. inq.* II, 110. LEURET *et* LASSAIGNE. *Recherch. phys. et chim. pour servir à l'histoire de la digestion.* Paris, 1825, p. 165. H NASSE in F. *en* H. NASSE, *Unters.* I, 472.

(6) C. H. SCHULTZ. *Med. Vereinszeitung*, 1835, No. 10.

(7) HEWSON, t. a. p. I. 18, 20, 22.

HAND-ATLAS

DER

ONTLEEDKUNDE VAN DEN MENSCH,

BENEVENS EEN TABELSGEWIJS

HANDBOEK DER ONTLEEDKUNDE.

DOOR

Prof. ***C. E. BOCK.***

MET UITVOERIG GETEEKENDE EN GEKLEURDE PLATEN.

IN MOIRÉ BAND.

Prijs f 10,50.



DE VROUW,

UIT EEN NATUUR-, ZIEKTE- EN GENEESKUNDIG OOGPUNT BESCHOUWD.

DOOR

Dr. ***D. W. H. BUSCH.***

NAAR HET HOOGDUITSCH

DOOR

H. H. HAGEMAN Jr.

Doctor in de Genees-, Heel- en Verloskunde te Amsterdam.

Acht Deelen compleet, Prijs f 34.



ENCYCLOPEDISCH WOORDENBOEK

DER

PRACTISCHE GENEESMIDDELLEER.

DOOR

Dr. ***G. F. MOST.***

NAAR HET HOOGDUITSCH.

Twee Deelen compleet. Prijs f 9,60.

GEDRUKT BIJ BAKELS EN KRÖBER.

ALGEMEENE
ONTLEEDKUNDE,

OF

LEER VAN DE SCHEIKUNDIGE EN MORPHOLOGISCHE BESTANDDEELEN

VAN HET

MENSCHELIJK LIGCHAAM.

DOOR

Dr. **J. HENLE,**

Hoogleeraar in de Ontleedkunde enz. enz. te Heidelberg.

IN HET NEDERDUITSCH OVERGEBRAGT,
ONDER MEDEWERKING VAN DEN SCHRIJVER GEDEELTELIJK
OMGEWERKT EN MET AANTEEKENINGEN VOORZIEN,

DOOR

Dr. ***C. E. HEYNSIUS,***

Stadsgeneesheer te Amsterdam.

MET 5 PLATEN, OP STAAL GEGRAVEERDE AFBEELDINGEN BEVATTENDE,
EN VELE IN DEN TEKST GEDRUKTE HOUTSNEÈFIGUREN.

Tweede Aflevering.

AMSTERDAM,
HENDRIK FRIJLINK.
1846.

Dit werk zal in 18 Afleveringen, ieder à 4 vel druks, compleet zijn. Afleveringen boven dit getal worden gratis nageleverd. 6 Afleveringen zullen een Deel uitmaken.

Iedere Aflevering en iedere staalplaat zal komen op 60 cents, zoodat het geheele werk zal kosten *f* 13,80.

Zonder ongehoopte verhindering zal op den eersten van elke maand eene Aflevering het licht zien, tot dat het werk compleet is.

De prijs van deze aflevering, met de daarbij gevoegde **Staalplaat**, is *f* 1.20.

van dit vraagstuk komen, wanneer men vroeg, waarom de vezelstof in het circulerende bloed *niet* stremt. Wanneer het eenmaal eene eigenschap der fibrine is, vrijwillig te stremmen, zoo als het eene eigenschap van het eiwit is, dit onder den invloed van warmte te doen, dan kan de stremming van het bloed in het levende ligchaam slechts daardoor verhinderd worden, dat het strembare bestanddeel steeds weder ontleed of afgescheiden wordt. Het gedeelte der bloedwei, hetwelk buiten het ligchaam stremt, zou binnen het ligchaam op het naast volgende oogenblik verwijderd zijn geworden. Men zou de vezelstof in het bloed met de pisstof kunnen vergelijken, welke aanhoudend door gevormd en toch in het circulerende bloed niet gevonden wordt, vermits zij door de nieren steeds wordt afgescheiden. Welke organen vezelstof afscheiden, is nog niet bekend. Mogelijk is het, dat zij tot de voeding der spieren wordt gebezigd.

Hewson (1) maakte het eerst de waarneming, dat vele onzijdige zouten de stremming van het bloed en derhalve ook die van de vezelstof verhinderen, en dat zij later onder de bijvoeging van water plaats grijpt. Zijne proeven werden dikwijls herhaald, en overeenkomstige onderzoekingen omtrent den invloed van scheikundig werkzame stoffen op de stremming door J. Müller, C. H. Schultz, H. Nasse, het talrijkst door Magendie (2) en Hamburger (3), in het werk gesteld. Hamburger is daarbij het grondigst te werk gegaan; hij heeft namelijk de voorzigtigheid gebruikt, van bij elke proef gelijktijdig bloed van hetzelfde dier of van dezelfde aderlating zuiver en met water vermengd weg te zetten, om daarmede het bloed te vergelijken, dat met verschillende zelfstandigheden behandeld was geworden. Zamengedrongene minerale zuren en vele metaalzouten doen het bloed reeds door hunne werking op het eiwit oogenblikkelijk stremmen; verdund zwavel-, salpeter-, zout- en phosphorzuur en verdund arsenigzuur verhinderen de stremming; eveneens werkt eene verdunde oplossing van aluin. De plantaardige zuren, azijn-, citroen-, zuring- en wijnsteenzuur, alsook cremor tartari en zure

(1) *Exp. inq.* I, 11.

(2) *Leçons sur les phenomènes physiques de la vie.* T. IV. Paris. 1838

(3) *Experimentorum circa sanguinis coagulationem specimen primum* Berol. 1839. (Diss. inaug.)

zuringzure potasch, verhinderen zoowel in zamengedrongene als in verdunde oplossingen de coagulatie van het bloed; op dezelfde wijze werken de bijtende loogen; potasch- en sodahydraat houden, één deel op 1000 deelen bloed, de vezelstof vloeibaar (PRÉVOST en DUMAS). De koolzure, azijnzure en zoutzure alkaliën verhinderen de stremming van het bloed. Zwavelzure alkaliën, wijnsteenzure zouten, borax en phosphorzure soda werken, in zamengedrongen toestand aangewend, op dezelfde wijze; in verdunde oplossingen daarentegen versnellen zij de stremming. Door zwavel-potassium en zwavel-ammonium blijft de vezelstof vloeibaar, even als ook door nitras potassae en jodium-potassium. Onder de metaalzouten werken zwavelzuur koper- en zinkoxyde, zwavelzuur ijzeroxydule, zoutzuur ijzeroxyde, blaauwstof-ijzer-potassium, azijnzuur lood- en zinkoxyde en braakwijnsteen de stremming tegen. Opiumoplossing en decoctum nucis vomicae oefenen geenen invloed op de stremming uit; zij wordt echter sneller voortgebragt door azijnzure morphine, salpeterzure strychnine, door een zamengedrongen afkooksel van digitalis en van tabak, eindelijk ook door laurierkerswater (HAMBURGER). Zamengedrongene en verdunde oplossingen van zetmeel, gom en suiker schijnen eveneens de stremming te bespoedigen, even als ook versche urine. Versche gal heft de stremming op.

In de spieren is de vezelstof met vaatrokjes, bloed en bindweefsel vermengd. De vezelstof van het bloed en de lymphe sluit bij het stremmen ongekleurde en gekleurde kogeltjes in. Van deze bijmengselen gezuiverd, verkrijgt men haar uit het bloed op verschillende wijzen. Bij zekere ziekelijke veranderingen van het bloed, bij zwangeren, en bij vele dieren, beginnen de kogeltjes, die specifiek zwaarder zijn dan de wei, reeds vóór de stremming onder het niveau der vloeistof te zinken. (1) Het bovenste stremmende gedeelte sluit alsdan geene of slechts zeer weinige kogeltjes in, is wit en vormt de zoogenaamde spekhuid, welke voor het grootste gedeelte uit vezelstof bestaat, met serum, dat er door afwassching van kan verwijderd worden, en vet (2). Kunstmatig kan men de

(1) De oorzaak van dit verschijnsel kan eerst na de beschrijving der bloedligchaampjes opgehelderd worden.

(2) Latere onderzoekingen hebben geleerd, dat de ontstekingskorst waarschijnlijk geene fibrine bevat, maar zamengesteld is uit tri-oxy-proteine hydraat, dat

stremming van het bloed op velerlei wijze doen vertragen en daardoor het zinken der bloedligchaampjes en de vorming eener spekhuid veroorzaken. Wanneer de stremming door zouten is opgehouden en de bloedligchaampjes gezonken zijn, dan stremt de afgeschepte, kleurlooze vloeistof door bijvoeging van water (1). Het bloed, dat in eene ader tusschen twee ligaturen stilstaat, stremt eveneens langzamer, en wordt nog vóór de stremming in een rood sediment en eene daarboven staande vloeistof gescheiden, welke laatste bij het openen der ader stremt (2). De ligchaampjes in kikvorschen-bloed zijn zoo groot, dat zij door doorzijging van het vloeibare gedeelte des bloeds kunnen worden gescheiden; dit loopt, wanneer men het bloed met suikerwater verdund heeft, als eene kleurlooze, heldere wei door het filtrum en zet terstond een waterhelder stremsel van zuivere vezelstof af (J. Müller). Maar ook bloed van zoogdieren kan doorgezegen worden, nadat men door middel van eene zamengedrongene oplossing van zwavelzure soda de slijmigheid der bloedwei heeft verminderd (Le Canu).

In grootere hoeveelheden verkrijgt men de vezelstof door het uitwasschen van den bloedkoek, waardoor intusschen de bloedligchaampjes slechts ontkleurd, maar niet geheel en al verwijderd worden; men verkrijgt haar daarom beter door het kloppen van het bloed. Het vezelstof-coagulum hecht zich aan de staaf; het wordt in gedestilleerd water gewasschen, totdat het wit is en het water zuiver wegvloeit, vervolgens gedroogd en door middel van aether van vet bevrijd.

De gestolde vezelstof is aanvankelijk waterhelder, zonder korreltjes of vezeltjes; na eenigen tijd trekt zij zich zamen en wordt vezelig. De vezels zijn netvormig dooreen gevlochten, zeer fijn, ruw, uitrekbaar; wanneer zij scheuren, trekken zij zich tot een klompje ineen; zij laten zich uiteendrukken (3).

De elementaire zamenstelling der vezelstof is door Michaelis,

---

in kokend water oplosbaar is en uit bi-oxyproteine, welke daarin niet wordt opgelost. Z. *Scheikundige Onderzoekingen*, I. 550. VERT.

(1) Hewson, t. a. p. I, 12.

(2) t. a. p. I. 35.

(3) Zoo beschrijft haar ook Lauth. *l'Institut*, 1834, N°. 70.

Mulder, Vogel en Hünefeld (1) onderzocht geworden met geene volkomen overeenstemmende resultaten. Zij vonden:

	Michaelis.		Mulder.	J. Vogel.	Hünefeld.	
	slag-aderlijk.	aderlijk.			v. h. schaap.	v. e. os.
stikstof	17,587.	17,267.	15,72.	18,120.		
koolstof	54,574.	50,440.	54,56.	52,406.	55,80.	54,49.
waterstof	7,254.	8,228.	6,90.	7,094.		
zuurstof	25,785.	24,065.	22,13.	17,720.	26,12.	25,87.
		phosphor	0,33,	asch 2,600.		
		zwavel	0,36.			

Volgens Mulder bestaat fibrine uit (N_{100} C_{400} H_{620} O_{120}) + Ph. S, of uit 10 atomen proteine met 1 atoom phosphor en een atoom zwavel; bovendien bevat zij phosphorzuren kalk, welks phosphorgehalte met den vrijen phosphor overeenkomt. Na volkomene verbranding verkreeg Mulder 0,77 proc. asch. De fibrine komt alzoo volgens Mulder in hare zamenstelling volkomen met het eijereneiwit overeen, en onderscheidt zich van het eiwit van het bloed slechts door het gemis van een atoom zwavel. Haar atoomgewigt bedraagt 55692,61. J. Vogel vond in de vezelstof van het ossenbloed standvastig iets meer stikstof, dan in het eiwit van hoender-eijeren.

Omtrent de eigenschappen der versche vezelstof heeft J. Müller (2) eenige proeven in het werk gesteld, door het bloedvocht van kikvorschen, dat door het filtrum van de bloed-ligchaampjes werd gescheiden, in horologie-glazen met verschillende herkenningsmiddelen op te vangen. Wanneer opgeloste vezelstof in azijnzuur wordt nedergeslagen, dan stremt zij niet, ook niet in eene oplossing van keukenzout en in oplossingen van andere onzijdige zouten, welke, zoo zij bij het bloed gevoegd worden, de stremming verhinderen. In ammonia liquida volgt er geene stremming; in eene oplossing van bijtende potasch stremt de vezelstof in kleine vlokken, eveneens in zwavelaether, en zij onderscheidt zich door deze eigenschap van het eiwit der wei, terwijl het eiwit van eijeren in aether evenzeer stremt.

De gestolde vezelstof verhoudt zich als gestold eiwit. Zij is smaak-

(1) *Chemismus in d. thier. Organisation*. S. 151.
(2) *Physiol.* I, 131.

en reukloos, vuilwit, doorschijnend, elastisch, in koud water, wijngeest en aether onoplosbaar. Gedroogd wordt zij geelachtig, hard, broos, vezelig. Het specifiek gewigt van versche fibrine bedraagt 1,051, van gedroogde 1,148 (SCHÜBLER en KAPFF). Nadat zij veertig uren gekookt heeft, wordt er 20 proc. in het water opgelost. De oplossing bevat soortgelijke stoffen, als die, welke van albumine verkregen worden; van 100 deelen der opgeloste zelfstandigheid vond MULDER 40,7 in alkohol en de overige slechts in water oplosbaar. De in water opgeloste zelfstandigheid bezit eenen aangenamen smaak naar bouillon. MULDER vergelijkt haar met de wijziging der lijm, welke, nadat zij lang in opgelosten toestand heeft verkeerd, de geschiktheid om te stollen verloren heeft. Hetgeen door koken in het water niet wordt opgelost, is onveranderde fibrine. Na herhaald koken schijnt zich intusschen ook de fibrine te veranderen; zij wordt in ammonia en azijnzuur onoplosbaar (BERZELIUS). In den Papiniaanschen pot bij 100—200° gekookt, wordt de vezelstof volkomen opgelost. In de oplossing ontstond door alkohol en loodazijn geene troebelheid, maar wel door aluin, salpeterzuur kwikzilver-oxydule en looistof (VOGEL). Bij de verrotting zal zich, volgens F. SIMON, de vezelstof in albumine en kaasstof veranderen.

Met zuren, bases en zouten gaat de fibrine soortgelijke verbindingen aan, als de albumine. Zij wordt door maceratie volkomen opgelost in azijnzuur en verdunde minerale zuren, in bijtende en koolzure loogen, ook in salmiak, salpeter en glauberzout (1). Hare oplossing vormt eene slijmige vloeistof, met het bloedvocht overeenkomstig, die, even als eene oplossing van versch eiwit, in de hitte stremt. Zij onderscheidt zich echter van de albumine-oplossing daardoor, dat de vezelstof door bijvoeging van water uit hare verbinding met de onzijdige zouten onveranderd verkregen wordt (DENIS). Voor het overige bestaan er van de fibrine eveneens mikrolytische en makrolytische oplossingen en nederslagen; van daar dat er omtrent hare oplosbaarheid in zuren dezelfde tegenspraak bestaat, als bij de albumine. Uit de azijnzure verbinding wordt fibrine door andere zuren nedergeslagen; de nederslag

(1) SCHEIDEMANTEL, *Beiträge zur Arzneikunde*, Leipz. 1797, II, 330. DENIS, *Essai*. p. 17.

is eene onzijdige verbinding van fibrine met het bijgevoegde zuur. Met zamengedrongen zwavelzuur vormt zij eene verbinding, die met het proteine-zwavelzuur overeenkomt; volgens BERZELIUS echter zou zich de verbinding van de fibrine met zwavelzuur in zuiver water volkomen oplossen, hetgeen bij het proteine-zwavelzuur niet het geval is.

Door verbinding der vezelstof met bases ontstaan er fibraten, welke met de albuminaten op eene lijn staan. Zoo zij met potasch wordt vermengd, dan onstaan er fibrine-potasch, phosphorzure potasch en zwavel-potassium. Fibrine verzadigt de basische eigenschappen der potasch volkomen. De oplossing stremt niet door koken, wel door bijvoeging van wijngeest en zuren.

In alle scheikundige opzigten komt het spiervleesch met de gestolde vezelstof overeen.

Het merkwaardigste scheikundige verschil tusschen gestolde fibrine en albumine bestaat in hare verhouding ten opzigte van waterstof-super-oxyde. Fibrine, in vochtigen toestand daarmede overgoten, ontwikkelt zuurstof uit hetzelve en verandert het super-oxyde in water, zonder zelf daarbij veranderd te worden. Behalve de fibrine, bezitten nog vele andere organische stoffen deze eigenschap; aan het gestolde eiwit echter ontbreekt zij. Verder worden als onderscheidende kenteekenen tusschen vezelstof en eiwitstof aangevoerd de ongelijke hoeveelheden van extractaardige stoffen, welke uit beide door aanhoudend koken worden verkregen, de kleurverandering door bijvoeging van zoutzuur, die bij fibrine indigo-blaauw, bij albumine violet wordt (MULDER), de oplossing in ammonia, welke bij gestold eiwit langzamer zou plaats grijpen dan bij gestolde vezelstof (HÜNEFELD).

3. CASEINE.

Caseine, kaasstof, wordt het overvloedigst in de melk der zoogdieren, voorts in het bloed, in het speeksel, de gal en het alvleeschsap, volgens SIMON ook in de kristallens gevonden; ook is zij in de etter en de tuberkelstof aanwezig. LÖWIG zag haar in eene groote hoeveelheid in eene melkachtige vloeistof, die zich in het scrotum van een man had laten vinden.

Om de caseine daar te stellen, vermengt men de afgeroomde melk met verdund zwavelzuur, waarop eene verbinding van zwavelzuur en caseine in den vorm van een wit coagulum wordt nedergeslagen. De uitgewasschene nederslag wordt met koolzuren kalk of zwaaraarde getrokken; er wordt alsdan zwavelzure kalk of zwaaraarde nedergeslagen; de caseine blijft opgelost en wordt door filtreren van het aardzout en het botervet gescheiden. De oplossing kan door een weinig met de caseine verbonden kalk- of zwaaraarde verontreinigd zijn. Men doet daarom beter, door koolzuur lood-oxyde te bezigen en vervolgens het opgeloste lood-oxyde met zwavelwaterstof af te scheiden. Eene andere methode is de volgende: afgeroomde melk wordt door middel van alkohol nedergeslagen, de nederslag met spiritus afgewasschen, de uitgeperste massa met aether geschud en vervolgens in warm water opgelost. Op deze wijze heeft F. SIMON de kaasstof uit de menschelijke melk daargesteld. MULDER slaat afgeroomde melk met azijnzuur neder, laat den nederslag in zuiver water weeken, perst hem eenige malen uit, en bevrijdt hem vervolgens met kokenden alkohol van vet.

De oplossing van caseine in water is bleekgeel en eenigzins slijmig. Bij het verdampen riekt zij naar melk en wordt zij met eene witte huid bedekt, welke zich laat verwijderen en na het wegnemen steeds weder op nieuw gevormd wordt. De gedroogde caseine vormt eene barnsteengele massa, die gemakkelijk stuk te wrijven is, uit de lucht vochtigheid aantrekt, en in water, hoewel moeijelijk, weder oplosbaar is; met alkohol overgoten, wordt zij ondoorschijnend en gelijkt naar gestold eiwit. Alkohol trekt daarbij water uit en lost ook eene kleine hoeveelheid caseine op; kokende echter meer dan koude. Uit de alkoholoplossing kan de caseine echter onveranderd weder worden verkregen.

De caseine bezit veel overeenkomst met eiwit en vezelstof, en komt daarin ook met deze beide overeen, dat zij stremmen kan, dat is zonder verandering harer zamenstelling zich zóó veranderen, dat zij in water niet meer oplosbaar is. De middelen, welke stremming veroorzaken, zijn:

1. Warmte; maar de stolling door warmte grijpt op eene andere wijze dan die van het eiwit plaats. De huid, welke zich op de melk bij het uitdampen vormt, is gestremde caseine; bovendien gaat nog een

ander gedeelte der vloeistof in den gestremden toestand over, want als men de huid, welke er gevormd wordt, bij voortduring wegneemt, dan wordt het overblijvende, na gedroogd te zijn, toch niet meer volkomen opgelost.

2. Alkohol slaat de zamengedrongene oplossing van caseine, als ook de melk zelve, in witte vlokken neder. De vlokken zijn nu eens in water oplosbaar, dan weder niet, en dit schijnt van den graad van sterkte en van de hoeveelheid alkohol af te hangen, even als ook eiwit, door verdunden alkohol nedergeslagen, zijne oplosbaarheid niet verliest. Aether oefent op kaasstof geen invloed uit; alleen Hünefeld (1) meent, dat hij haar doet stremmen.

3. Zuren, met name melkzuur. Dit laatste vormt zich vrijwillig (?) uit de melksuiker bij het zuurworden der melk; van daar dat de melk vrijwillig (?) stremt. Vele andere stoffen slaan de kaasstof even zoo neder, als eiwit, dewijl zij onoplosbare verbindingen met haar vormen. Dit is vooral het geval met basisch azijnzuur lood, aluin en looistof. Ook azijnzuur brengt in eene kleine hoeveelheid eenen nederslag te weeg, welke echter in eene grootere hoeveelheid zuur terstond weder wordt opgelost. Chromiumzuur brengt eenen zeer sterken gelen nederslag te weeg (Hünefeld).

4. De lebmaag van jonge dieren, kalvermagen, ook de maag van kinderen (2). Op welke wijze de maag stremming veroorzaakt, is nog niet verklaard. Berzelius bragt met één deel leb 1800 deelen melk tot stremmen, en vond, dat na deze operatie het stuk leb slechts 0,06 aan gewigt verloren had. Hij trekt daaruit het besluit, dat noch het zuur der leb, noch eenig ander bestanddeel van haar door verbinding met de kaasstof de stremming heeft kunnen bewerken. Ook Schwann (3) heeft bewezen, dat noch de zuren noch de zouten der leb aan de stremming deel hebben. Het is mogelijk, dat de lebmaag slechts middellijk op de kaasstof werkt, door omzetting der melksuiker in zuur; want eene zuivere oplossing van caseine stremt niet door leb, ten minste niet zoo volkomen (Simon). Ook wordt door bijvoeging van bijtende potasch of ammonia in zoodanige hoeveelheid, dat de melk alkalisch reageert, de stremming der

(1) *Chemismus in d. thierischen Organisation*, S. 156.
(2) F. Simon, in Müller's *Archiv*, 1839, S. 1.
(3) Müller's *Archiv*, 1836, S. 127.

caseine door middel van leb verhinderd. Volgens SCHWANN zou intusschen de neutralisatie van het maagsap met koolzure potasch tot eene zwakke alkalische reactie hare werking op de melk niet verhinderen, en er zou zich bij de stremming der melk door leb geen zuur vormen; daarentegen wordt door koking van het maagsap de eigenschap, om caseine te doen stremmen, aan hetzelve onttrokken. Dien ten gevolge houdt SCHWANN de pepsine voor het bestanddeel der leb, hetwelk ook bij de stremming der kaasstof werkzaam is. Maar zuivere pepsine, zoo als zij door WASMANN werd daargesteld (1), oefent dien invloed niet uit, en met zuren vermengde pepsine doet het niet spoediger dan de zuren alleen. Er moet in het maagsap van zoogdieren eene andere, eigendommelijk organische stof of wel eene wijziging der pepsine voorkomen. De door leb gestremde kaas heet zoete, de door melkzuur gestremde heet zure kaas. LÖWIG vermoedt, dat dit melkzure kaasstof is. Misschien is een gedeelte der kaasstof reeds in de versche melk gestold. Het schijnt namelijk, dat de later te beschrijvene omhulsels der melkkogeltjes uit onopgeloste kaasstof bestaan.

Men vindt niet alleen een aanmerkelijk verschil in eigenschappen en reactie der kaasstof, wanneer men de melk van verschillende dieren met elkander vergelijkt, maar ook bij individuën van dezelfde soort. Menschenmelk wordt door zwavelzuur, melkzuur en zoutzuur weinig of in het geheel niet nedergeslagen, terwijl deze zuren gezamenlijk in koemelk sterke nederslagen voortbrengen. Door azijnzuur en aluin ontstaan er in menschenmelk nu eens nederslagen, dan weder niet.

De gestolde caseïne, gedroogd en met boter verontreinigd, vormt de kaas. In zuiveren toestand is zij vast, doorschijnend, in water, wijngeest en aether onoplosbaar; in de hitte verweekt zij, zonder te smelten, laat zich in draden trekken en is elastiek, als kaoutchouk. Sterker verhit smelt zij en verbrandt met eene vlam.

Wanneer de kaasstof door leb is nedergeslagen, dan slaat azijnzuur bij verwarming nog een gedeelte kaasstof neder, welke zich van de gewone kaasstof eenigzins onderscheidt en door SCHÜBLER *weikaas* is genoemd. Volgens BERZELIUS is deze eene verbinding van gecoaguleerde caseine met azijnzuur.

(1) *De digestione*, p. 21.

Caseine bevat, volgens MULDER, in 100 deelen:

Stikstof	15,95.
Koolstof	55,10.
Waterstof . . .	6,97.
Zuurstof. . . .	21,62.
Zwavel	0,36.

en in atomen N_{100} C_{400} H_{620} O_{120} $+$ S, hetgeen met 10 atomen proteïne en een atoom zwavel overeenkomt. Bovendien bevat zij 6,24 proc. phosphorzuren kalk, welke eveneens juist één atoom uitmaakt. Dit zout schijnt met de caseïne in eene oplosbare verbinding te zijn, die bij het stremmen onoplosbaar wordt. Zeker is de aanmerkelijke hoeveelheid beenaarde in de melk voor de voeding van pasgeborenen en voor de beenvorming van gewigt. Door verdund zoutzuur kan de kalkaarde aan de kaasstof worden onttrokken. Het atoomgewigt der caseïne is = 55495,6.

In eene hooge temperatuur ontleed, geeft caseïne de gewone overhalingsproducten van stikstofhoudende verbindingen. Bij hare verrotting vormt er zich eene zelfstandigheid, welke PROUT kaasoxyde, BRACONNOT aposepedine genoemd hebben, van welke echter MULDER heeft aangetoond, dat het onzuivere leucine is, dezelfde stof, welke door inwerking van alkaliën op proteïne verkregen wordt. Bovendien ontstaat er azijnzure (melkzure?) ammonia; de overige in rottende kaas gevondene zelfstandigheden zijn vetzuren en andere ontledingsproducten van vet.

Tot zuren, bases en zouten verhoudt zich de caseïne bijna als eiwit. Door de sterkere minerale zuren en door potasch wordt zij op dezelfde wijze ontleed. Versche (ongestolde) caseïne vormt met verdunde zuren in water oplosbare verbindingen, met meer zuur moeijelijk oplosbare verbindingen, die door afwasschen oplosbaar worden. De oplosbare verbindingen worden door bloedloogzout nedergeslagen. De in water onoplosbare verbindingen worden in alkohol opgelost. Tot bases verhoudt zich de kaasstof als een zuur; hare verbinding met kleine hoeveelheden van aarden, b.v. kalk, is in water oplosbaar; bij eene overmaat der grondlaag ontstaat er eene basische, in water moeijelijk oplosbare verbinding. Verbindingen der caseïne met koper-

en loodoxyde zijn door F. SIMON daargesteld. Kwikzilver-oxyde caseaat bestaat, volgens ELSNER, uit 11,18 kwikzilveroxyde en 88,82 kaasstof.

Alle zouten, welke versche albumine nederslaan, geven ook met caseine nederslagen. De verbindingen, welke metaalzouten uit de melk nederslaan, houdt C. G. MITSCHERLICH voor verbindingen der kaasstof met de zouten.

Gestolde caseine wordt met zamengedrongen azijnzuur gelatineus, en lost zich vervolgens bij verwarming in water op. In verdund potasch-hydraat is zij zeer gemakkelijk oplosbaar, in bijtende ammonia slechts langzaam (1).

Wij sluiten hier eene zelfstandigheid aan, welke evenzeer eene proteine-verbinding schijnt te zijn, maar nog minder is onderzocht. Welligt is zij slechts eene wijziging of eene verbinding van eene der vroeger beschrevene stoffen.

4. PEPSINE.

Deze stof werd door SCHWANN in het maagsap ontdekt (2). Zij wordt gevormd en is bevat in de cellen, welke de wanden der eenvoudige maagklieren bekleeden of de vaste cylindrische klieren der maag zamenstellen (3).

(1) Behalve de eiwit-, vezel- en kaasstof, komt er nog eene proteine-verbinding in het ligchaam voor, crystalline, welke het hoofdbestanddeel der kristallens van het oog uitmaakt. Zij bevat eene betrekkelijk geringere hoeveelheid zwavel, en is volgens MULDER zamengesteld uit:

Koolstof	55,39.
Waterstof. . . .	6,94.
Stikstof	16.51.
Zuurstof	20.91.
Zwavel.	0,25.

of in atomen uit $C_{600}\ H_{930}\ N_{150}\ O_{180} + S$, hetgeen met 15 atomen proteine en één atoom zwavel overeenkomt. Zie *Bulletin* 1839, pag. 195. *Physiol. scheikunde*, pag. 326. VERT.

(2) MÜLLER'S *Archiv* 1836, S. 90.

(3) EBERLE (*Physiol. d. Verdauung*, S. 78), alsmede PURKINJE en PAPPENHEIM

EBERLE en na hem MÜLLER en SCHWANN stelden kunstmatig een maagsap daar, door digestie van het slijmvlies der maag met zwakke zuren, en namen aan, dat het werkzame beginsel door middel van het zuur uit het slijm gevormd werd. WASMANN (1) trok het uit het slijmvlies eener (varkens) maag op de volgende wijze uit: het slijmvlies werd goed uitgewasschen, bij eene warmte van 30—35° eenige uren met gedestilleerd water getrokken, de vloeistof afgegoten, en het terugblijvende vlies eenige malen achtereen met koud water uitgetrokken; de heldere, kleurlooze en slijmige vloeistoffen werden doorgezegen en verzameld. Uit deze werd door middel van loodazijn de pepsine nedergeslagen, de nederslag uitgewasschen en door zwavelwaterstof ontleed. Er viel zwavellood neder; de doorgezegene vloeistof was helder, kleurloos, zuur. Zij werd tot de dikte eener siroop uitgedampt en met alkohol overgoten, welke eene groote hoeveelheid witte, vlokkige stof nedersloeg, die gedroogd geelachtig, gommig werd, en zich in water weder liet oplossen.

Het zuur is zeer vast aan deze stof gebonden, en de zure reactie verdwijnt niet, wanneer men haar herhaaldelijk in water oplost en door middel van alkohol nederslaat. Bij eene verhoogde temperatuur of met zamengedrongen zwavelzuur overgoten, stoot zij dampen van azijnzuur uit. De met loodazijn uit het maagsap gevormde nederslag is derhalve geene eenvoudige verbinding der dierlijke stof met loodoxyde, maar bevat ook azijnzuur, hetwelk zich door wasschen niet laat verwijderen, en bij de scheiding van het lood, door middel van zwavelwaterstof, aan de pepsine gebonden blijft (2).

De uitstekendste eigenschap der pepsine bestaat daarin, dat zij, in zeer verdunde oplossing en met kleine hoeveelheden zuur ver-

(z. VALENTIN'S *Repertor.* S. 200) hebben ook uit andere slijmvliezen (dat der pisblaas, der luchtwegen enz.) de stof uitgetrokken, die met kleine hoeveelheden van een zuur de spoedige oplossing van eiwit en vezelstof, even als het maagsap, bewerkt. Volgens SCHWANN daarentegen kan deze stof alleen uit het slijmvlies der maag verkregen worden.

(1) *De digestione*, p. 16.

(2) Later is de pepsine door VOGEL onderzocht. Hij sneed varkensmagen in kleine stukken, en behandelde deze even als dit door WASMANN is geschied. Het op deze wijze verkregene pepsine is witgeel; de oplossing bezit eenen eigenaardigen reuk en eenen onaangenamen smaak. Gemiddeld berekend uit die analysen, bleek zij te zijn zamengesteld uit:

mengd, eiwit en vezelstof bij eene matige warmte veel sneller oplost, dan het verdunde zuur alleen vermag. De zuiver daargestelde pepsine lost, in verbinding met de noodige hoeveelheid zuur, in 60,000 deelen water eiwit binnen 6—8 uren op. Volgens de opgave van EBERLE, welke MÜLLER en SCHWANN bevestigen (1), wordt gelijktijdig het eiwit zoo omgezet, dat het door de gewone herkenningsmiddelen niet meer wordt nedergeslagen en in osmazoom en speekselstof overgaat. Volgens WASMANN (2) ondergaat het eiwit in de pepsine-oplossing geene andere veranderingen, dan in verdunde zuren; of het in het algemeen veranderd wordt, is hem nog twijfelachtig. Ook BERZELIUS geeft wel is waar de omzetting toe, maar houdt de aanwezigheid der opgegevene zelfstandigheden niet voor bewezen. Gestolde kaasstof, kraakbeenderen en bindweefsel werden in de zure pepsine-oplossing even zoo spoedig opgelost, als door koken in verdunde zuren, en veel sneller dan door eenvoudige trekking met de genoemde zuren. De oplossing van de kraakbeenderenzelfstandigheid en van het bindweefsel verhoudt zich als lijm. SCHWANN schrijft aan de pepsine de geschiktheid toe om kaasstof te doen stremmen; bij de beschrijving dezer stof is reeds opgegeven, dat de pepsine uit de maag van volwassene dieren deze geschiktheid niet bezit. De met de pepsine bij zogende dieren overeenkomstige stof is nog niet onderzocht.

In alle overige opzigten komt de pepsine met de eiwitstof zeer overeen. Zij stremt in de hitte, en verliest hare oplossende kracht eveneens door alkohol. Sterker verhit zwelt zij op, verbrandt met eenen reuk naar hoorn, en geeft eene kool, die moeijelijk tot asch

---

Koolstof	56.723.
Waterstof	5,666.
Stikstof.	21,088.
Zuurstof	16,523.

Bij de berekening is 75, 12 voor C aangenomen; uit deze ontleding blijkt echter niet, dat het bovengenoemde vermoeden van HENLE, dat de pepsine tot de proteine-verbindingen zal behooren, gegrond is. De betrekkelijke hoeveelheden van de stikstof en de zuurstof staan hier in eene andere rede tot elkander, dan met die der proteine het geval is.

(Z. *Rapport annuel par* BERZELIUS, 4 année, 1844, pag. 350.) VERT.

(1) MÜLLER'S *Archiv*, 1836, S. 40.

(2) t. a. p., p. 28.

is te brengen. De asch bevat koolzuur, phosphorzuur, soda, kalk en een spoor van ijzer. De alkoholische nederslag is in water moeijelijk oplosbaar, gemakkelijker in verdunde minerale zuren en in azijnzuur. De alkohol trekt er eene stof uit, welke na het verdampen bruin is, in de lucht vochtigheid aantrekt, lakmoes rood kleurt, en in water wordt opgelost. Zij oefent op de vertering van stoffen geenen invloed uit. Uit de mikrolytische zure pepsine-oplossing slaat alkohol eene stof neder, die in water gemakkelijk oplosbaar is, op de oplossing van eiwit en vezelstof eenen grooten invloed uitoefent, en niet meer door eene kleine hoeveelheid zuur, maar alleen door zuren in overmaat, wordt nedergeslagen. Looistof slaat de pepsine met eene donker bruingele kleur neder; uit den nederslag laat zij zich door verdunde zuren weder afscheiden (1). Uit het maagsap wordt de pepsine door kleine hoeveelheden van minerale zuren nedergeslagen, in grootere wederom opgelost, en bij de toevoeging eener nieuwe hoeveelheid op nieuw nedergeslagen. Zoowel de mikrolytische als de makrolytische nederslag worden in eene groote hoeveelheid water opgelost, maar alleen de mikrolytische bezit de kracht, om eiwit op te lossen. De makrolytische nederslag van zoutzuur wordt na verloop van eenigen tijd blaauw. Azijnzuur brengt in eene kleine hoeveelheid eenen nederslag voort, welke in eene grootere hoeveelheid azijnzuur weder wordt opgelost, en dan bij de verdere bijvoeging van azijnzuur opgelost blijft. Uit de zure oplossing wordt noch de versche, noch de gestolde pepsine door bloedloogzout nedergeslagen; door verzadiging van het zuur met alkali wordt zij uit de zure oplossing in vlokken nedergeslagen. De nederslag is in water onoplosbaar, wordt moeijelijk in zuren opgelost, en heeft dan eene slechts geringe verteringskracht. Gal, vooral galhars, vernietigt volgens PAPPENHEIM de verteringskracht van de versche pepsine, welligt door haar vrij alkali.

Azijnzuur lood, zwavelzuur ijzer en koper (2), kwikzilver chloride, salpeterzuur kwikzilveroxydule, chloortin, en vele andere zouten, gaan met de pepsine verbindingen aan. Zij wordt met de zouten nedergeslagen; in grootere hoeveelheden van het reagens en in zuren wordt de nederslag weder opgelost. Uit de verbindingen met zouten

(1) PAPPENHEIM, *Verdauung*, S. 34.
(2) t. a. p., S. 57.

kan de pepsine onveranderd en zonder eenige beperking harer oplossende kracht weder afgescheiden worden.

Wat de pepsine van het eiwit onderscheidt, ligt derhalve in hare oplossende werking op verschillende dierlijke zelfstandigheden, en verder in de omstandigheid, dat zij uit de zure oplossing door bloedloogzout niet wordt nedergeslagen.

De volgende stoffen, welke in de chemische werken als nadere dierlijke bestanddeelen worden vermeld, bestaan uit mikroskopische elementaire deeltjes, welke in eene vloeistof zijn opgehangen, en door uitdamping der laatste, somtijds in verbinding met werkelijk opgeloste stoffen, verkregen worden. De vloeistof is meestal bloedplasma of serum; de eigenaardige reactiën zijn afhankelijk van de verhouding der bijgemengde ligchaampjes. Zoo zij in eene kleine hoeveelheid in de vloeistof verdeeld zijn, ziet deze er als eene heldere oplossing uit, die zelfs op het filtrum niets achterlaat, wanneer de ligchaampjes klein genoeg zijn, om door het filtrum te gaan. Zoo deze in een grooter aantal aanwezig zijn, dan wordt de zoogenaamde oplossing slijmig; na de uitdamping zonderen zij zich als een vormloos overblijfsel af; in rustigen toestand zinken zij somtijds en vormen een sediment. Scheikundig werkzame zelfstandigheden, welke de vormelementen duidelijk maken, doordien zij de vliesjes of den inhoud der mikroskopische blaasjes doen stremmen, brengen in de schijnbare oplossing eene troebelheid of eenen nederslag voort, welke zich weder naar den aard der ligchaampjes verschillend verhouden en zich van de stremsels van werkelijk opgeloste zelfstandigheden onderscheiden.

Uitvoerig kan er over deze stoffen eerst bij de beschrijving der weefsels gehandeld worden. Men zal ze echter nog een tijd lang, totdat de mikroskopische waarnemingen die uitbreiding en dat vertrouwen verkregen hebben, welke zij verdienen, in de scheikundige werken beschrijven en opzoeken, en daarom wil ik haar ook hier kortelijk vermelden.

1. GLOBULINE.

Door behandeling met water wordt de roode kleurstof uit de bloedbolletjes uitgetrokken; zij worden doorschijnend, zwellen op, en schijnen zich in het water te hebben opgelost; om ze weder te herkennen, wordt er eene zorgvuldige beschouwing of behandeling met zekere zuren of met jodium vereischt, die ze ondoorschijnend maken of kleuren.

Na de uitdamping neemt alkohol de uitgetrokkene kleurstof op en laat de bloedbolletjes terug. Dit overblijfsel, het in alkohol onoplosbare gedeelte der bloedbolletjes is het, dat BERZELIUS met den naam van globuline heeft aangeduid. De globuline bevat alzoo de omhulsels der bloedbolletjes en dat gedeelte van hunnen inhoud, dat na de uittrekking der haematine terugblijft, en derhalve ook de kern. Wanneer men, volgens de methode van LE CANU, de bloedbolletjes door middel van zwavelzuur afscheidt, en vervolgens de haematine met alkohol uittrekt, dan blijft er zwavelzure haematine terug, eene kleurlooze stof, die na drooging graauwachtig

wit, hard en ligt tot poeder te brengen is, in water donkergeel en doorschijnend wordt en opzwelt, zonder zich op te lossen. De zoutzure globuline is met eenig overblijfsel in water oplosbaar. Globuline behoort, volgens MULDER, tot de proteine-verbindingen. De ontleding van zwavelzure globuline gaf:

Stikstof	15,70.
Koolstof	54,11.
Waterstof. . . .	7,17.
Zuurstof	20,52.
Zwavelzuur . . .	2,50.

Ten naastenbij overeenkomende met 4 atomen proteine op één atoom watervrij zwavelzuur. Uit de zoutzure globuline verkreeg BERZELIUS 1,2 proc. asch, bestaande uit phosphorzuren kalk en sporen van ijzerverzuursel. LE CANU houdt globuline en albumine voor identisch, en ook BERZELIUS gelooft, dat beide eene gelijke zamenstelling kunnen bezitten. Zij onderscheiden zich echter in verschen toestand daardoor van elkander, dat globuline in eene zout bevattende vloeistof, welke eiwit opgelost bevat, onoplosbaar is, en dat het coagulum der globuline geene vlokken, maar eene van gestold eiwit geheel en al verschillende, korrelachtige massa vormt. Deze beide eigenaardigheden laten zich verklaren uit de aanwezigheid der omhulsels, in welke de eiwitdeeltjes ingesloten zijn, en het wordt daardoor waarschijnlijk, dat de globuline inderdaad niet anders is, dan eiwit met de membranen (en kernen) der bloedbolletjes.

Uit dezelfde stof bestaat volgens BERZELIUS ook de kristallens; zij stremt onder soortgelijke omstandigheden, als de globuline, uit het bloedrood, doch evenzeer niet tot eene zamenhangende, maar tot eene korrelige massa, daar ook hier de strembare vloeistof in vliezige buisjes en blaasjes ingesloten is. Volgens MULDER bevat de proteine-houdende zelfstandigheid der kristallens geenen phosphor, maar phosphorzuur en zwavel in eene geringere hoeveelheid dan fibrine, caseine en albumine, namelijk 1 atoom op 15 atomen proteine (verg. de noot op pag. 59, VERT.)

SIMON houdt datgene, wat BERZELIUS globuline noemt, voor kaasstof; hij heeft echter klaarblijkelijk eene geheel andere stof voor zich, want hij trekt ze met alkohol uit, welke de globuline niet oplost. Versch, geslagen bloed wordt uitgedampt, met aether uitgetrokken, vervolgens met alkohol uitgekookt. Uit de spiritueuze extracten werden bij de verkoeling roode vlokken nedergeslagen; deze worden met alkohol van 0,845 overgoten, bij welke op één ons ongeveer 6—8 droppels verdund zwavelzuur gevoegd waren, en gekookt, totdat er zich eene donkerroode oplossing gevormd had. De oplossing scheidde bij de verkoeling eene stof af, welke SIMON voor zwavelzure caseine verklaart. Wel is waar verhield zij zich in vele opzigten als caseine, maar het is geenzins zeker, dat zij van de bloedbolletjes afkomstig is. Dat zij uit kaasstof bestaat, zocht SIMON ook uit hare verhouding jegens leb te bewijzen. Hij bragt bloed door leb tot stremmen, maar stelde zijne onderzoekingen in het werk met geslagen bloed, niet met globuline; en zoo leert ook deze proef slechts, dat er, zoo als bekend is, kaasstof in het bloed voorkomt; zij bewijst echter niet, dat de bloedbolletjes uit kaasstof bestaan.

2. SPERMATINE.

VAUQUELIN en JOHN hebben in het zaad eene eigene, extractaardige stof gevonden, en BERZELIUS kent haar de volgende kenmerken toe: Zij is niet in het zaad opgelost, maar als slijm daarin opgehangen; van slijm onderscheidt zij zich daardoor, dat zij zich eenigen tijd na de uitstorting van het zaad, uit onbekende oorzaken, in water tot eene heldere vloeistof oplost, welke door koken niet stremt. Door deze eigenschap onderscheidt zij zich van alle overige dierlijke stoffen. Na de uitdrooging is de vroeger in water opgeloste stof onoplosbaar geworden. Fijne vlokken blijven in de waterige oplossing opgehangen, en zinken slechts langzaam naar den bodem. Deze vlokken zijn ook in azijnzuur onoplosbaar. Wanneer het zaad op den oogenblik der uitstorting in alkohol valt, en daarin eenige minuten gelaten wordt, dan wordt het troebel en vormt een coagulum, dat er als zamengerolde binddraden uitziet; de draadvormig gestremde stof bestaat hoofdzakelijk uit het genoemde eigenaardig gekenmerkte bestanddeel. Door de stremming heeft het zijne eigenschap, van in opgelosten toestand over te gaan, verloren; bij drooging blijft het vezelig als te voren, sneeuwwit en doorschijnend. Het coagulum geeft aan koud en kokend water soortgelijke stoffen af, als gestold eiwit, en wordt in sterke zuren en alkaliën en in azijnzuur opgelost. De oplossing wordt nedergeslagen door looistof, bloedloogzout, kortom door alle middelen, die albumine nederslaan.

De zelfstandigheid, welke tot deze onderzoekingen gebezigd werd, is een zeer gemengd ligchaam, uit den inhoud der ballen, der zaadblaasjes, der voorstanderklier, der Cowper'sche klieren en der pisbuis zamengesteld. Zij bevat de epitheliumplaatjes der pisbuis, slijmbolletjes en zaaddiertjes als vaste bestanddeelen, in eene vloeistof opgehangen. Eene analyse, welke dit alles onder elkander onderzoekt, kan daarom geene waarde bezitten. Eenige der reactiën verklaren zich reeds uit de aanwezigheid der mikroskopische elementen. De eiwitaardige stof van eenen eigendommelijken aard, welke aanvankelijk als slijm gezwollen is, en zich vervolgens van zelve oplossen zou, kan zeer ligt enkel vezelstof zijn. Het versche zaad vormt, zoo als ook uit de boven medegedeelde waarnemingen blijkt, eene geleiachtige streng, van den vorm der kanalen, door welke het zaad gaat. Aangenomen dat het vehikel van deze streng een aan vezelstof rijk bloedwater zij, zoo zal de vezelstof zich na eenig verwijl buiten het ligchaam zamentrekken, het serum uitdrijven, en een fijn, vliesachtig of vezelig, ligt ontleed wordend stremsel geven, dat zich in de vloeistof verdeelen en opgelost schijnen zal. Alkohol moet deze ontleding verhinderen, daar hij de eiwitstof gelijktijdig mede doet stremmen. Dat de massa door koken wel is waar stremmen, maar zich niet meer op de vroeger genoemde wijze zamenvoegen zou, spreekt van zelf. De in azijnzuur onoplosbare vlokken zijn welligt epithelium.

3. SLIJM.

Onder slijm verstond men tot nog toe alle uitwerpings-stoffen, welke van de oppervlakte der slijmvliezen en uit de klieren, welke op de oppervlakte der slijm

vliezen uitmonden, afstammen, in zoo verre als de afscheidings-producten der laatsten zich niet door eene specifieke stof kenmerken, als speeksel, gal, urine, enz.

Onder deze definitie zijn drie, naar haren oorsprong, beteekenis en zamenstelling verschillende stoffen zamengenomen, en wel:

1. De afgestootene opperhuid (*epithelium*) der slijmvliezen. Even als op de uitwendige huid, worden ook op vele slijmvliezen de bovenste lagen der opperhuid bestendig afgestooten en door de van onderen af opgroeijende vervangen. De afgestootene lagen bedekken, als een gemakkelijk weg te vegen overtreksel, de oppervlakte van het slijmvlies, en worden door de waterachtige afscheidingen der slijmklieren en op eene menigte andere, meer toevallige wijzen weggespoeld. Dit proces van opperhuidvorming kan op sommige plaatsen ziekelijk vermeerderd zijn, of er kunnen grootere massa's door uitzweeting onder de opperhuid afgestooten worden.

2. Etter. Eene met eene grootere of kleinere hoeveelheid eigenaardige korreltjes vermengde vloeistof, welke zich in geprikkelde en ontstekingaardige toestanden der slijmvliezen op hunne oppervlakte, onder het epithelium, vormt. Etter is ook de uitvloeijende stof bij verkoudheid, catarrhus, druiper, witten vloed, en bij vele zoogenaamde slijmige en waterige diarrhoeën.

3. Het vloeibare secretum der slijmklieren, het eigenlijke slijm of slijmvocht, dat voor de slijmvliezen datgene is, wat het zweet voor de uitwendige huid vormt. Een klein aantal der later te beschrijvene slijm- of etterbolletjes is ook bij deze vloeistof bijgemengd.

Van elk dezer drie verschillende stoffen bestaan weder verschillende soorten, die ook scheikundig eenig verschil aanwijzen. Waar de opperhuid verschillende lagen vormt, worden de cellen der bovenste lagen niet in azijnzuur opgelost; die der diepere lagen zijn in azijnzuur oplosbaar, en eveneens ook dat fijnere epithelium, welks cellen slechts ééne eenvoudige laag vormen. De etter bevat meer of minder vet; hij is verschillend, naarmate hij door eenvoudige of door dyscratische ontsteking gevormd wordt. Eindelijk kan ook het slijm van verschillende ligchaamsdeelen geheel en al van elkander verschillende eigenschappen bezitten.

De tot nog toe in het werk gestelde scheikundige onderzoekingen bepalen zich óf tot etterachtige afscheidingen, b. v. het slijm, dat uit den neus en uit de longen komt, óf tot epithelium; van den laatsten aard is het slijm, dat bij het speeksel, de gal, de drekstoffen en de urine gemengd is. In alle deze gevallen heeft men derhalve 1° eene vloeistof van eene zeer verschillende chemische constitutie, en 2° de in haar opgehangene mikroskopische elementen van den etter en de opperhuid, welke op het filtrum achterblijven. Dit overblijvende, uitgewasschen en gedroogd, stelt eene doorschijnende en brooze massa daar, die men als slijm in zuiveren toestand beschouwt. Zij is in koud en kokend water onoplosbaar, doch heeft het vermogen van daarin op te zwellen, daar de blaasjes, uit welke zij bestaat, water aantrekken en zich daarmede uitzetten. Water en azijnzuur trekken er kleine hoeveelheden van oplosbare zelfstandigheden uit, die met de bestanddeelen van bloedvocht overeenkomst bezitten, en door looistof en bloedloogzout worden nedergeslagen. Sterke zuren en bijtende potasch

lossen het slijm op; wijngeest en looistof verdikken het. Deze en andere reactiën berusten op de werking der genoemde stoffen op de cellen-omhulsels, van welke later sprake zijn zal. BERZELIUS heeft eene analyse van vloeibaar neusslijm geleverd, volgens welke dit bestaat uit:

een eigenaardig slijm	5,33.
extract, oplosbaar in alkohol en melkzuur alkali	0,30.
chloor-potassium en chloor-sodium	0,56.
water-extract, met sporen van eiwit en phosphorzuur zout .	0,35.
soda	0,90.
water	93,37.
	100,00.

Al deze stoffen, behalve de eigenaardige, welke uit etterkorreltjes bestaat, heeft het neusslijm of de etter met het bloed gemeen. Het is echter nog de vraag, of in het eigenlijke slijmvocht, de afgescheidene stof der slijmklieren, toch geene eigendommelijke stof werkelijk opgelost bevat, zoo als er in urine pisstof aanwezig is, met andere woorden, of de slijmklieren uit het bloed eene bijzondere stof aantrekken of vormen, dan of de afgescheidene stof zelve niets anders is, dan een uit de bloedvaten uitgezweet bloedvocht. Wanneer deze vraag zal opgelost worden, moet men het eerst daarover eens zijn, wat eigenlijk in het gewone leven slijm zal genoemd worden. Wanneer er afscheidingen zijn, welke op grootere streken der besprokene of ook der verschillende slijmvliezen hoofdzakelijk met elkander overeenkomen, dan zoude men deze slijmafscheidingen, en de klieren, welke daartoe dienen, slijmklieren kunnen noemen. Eenig gering verschil zoude daarbij mogen voorkomen, even als ook het zweet op vele plaatsen van het ligchaam zich door eenen eigenaardigen reuk kenmerkt. Tot nog toe heeten alle eenvoudige klieren op slijmvliezen »slijmklieren," en van de zamengestelde zijn er eenige meer door toeval tot de slijmklieren gerekend geworden (amandelen, Cowper'sche klieren), terwijl aan anderen, even zoo toevallig, eene eigenaardige afscheiding toegeschreven werd, zoo als aan de traanklier, de prostata, enz. Het is echter reeds op dit oogenblik bewezen, dat de eenvoudige klieren der maag eene specifieke stof uit het bloed afscheiden; hetzelfde kan bij de eenvoudige klieren van het darmkanaal het geval zijn, terwijl aan den anderen kant de zamengestelde traanklier hoogst waarschijnlijk niet anders afscheidt, dan de stof, die overal de slijmvliezen bevochtigt, en als het ware de tot een eenig hoopje verzamelde slijmkliertjes der conjunctiva daarstelt.

Zal nu de natuur van het eigenlijke slijmvocht worden uitgevorscht en bepaald aangewezen door welke klieren hetzelve wordt afgescheiden, dan moet men de afgescheidene stof der grootere en kleinere kliertjes onderzoeken, hetwelk geene ligte taak en voor een gedeelte alleen door middel van aanwending van reagentia onder de mikroskoop mogelijk is. Voor 't overige heb ik reden om te vermoeden, dat zich daaruit zekere chemische kenteekenen van het slijm zullen opdoen. Zoo dikwijls ik namelijk afzonderlijke acini van de slijmklieren van den mond en van den dikken darm en de uit deze voortkomende vloeistof met azijnzuur behandelde,

vormde er zich een donker en vast, vliesachtig stremsel, hetwelk zich digt om de klierkorreltjes plaatste en bij eene voortgezette aanwending van azijnzuur niet meer opgelost kon worden. Dit greep niet plaats, wanneer ik de acini der speekselklieren op soortgelijke wijze behandelde. De afgescheidene stof der mondklieren schijnt daarom van die der speekselklieren te verschillen en eene stof te bevatten, die ook door grootere hoeveelheden azijnzuur wordt nedergeslagen. VOGEL (1) spreekt van gestold slijm, dat zich onder de mikroskoop, als een zeer teeder, fijn gestreept vliesje vertoont. Ik heb ook dikwijls dergelijke vliesjes, die zich reeds in het water vormen, gezien, en ben geneigd om ze voor vezelstof te houden.

In eene grootere hoeveelheid is er dikwijls eene eigendommelijke soort van slijm, die, voor zoo ver ik weet, nog niet scheikundig onderzocht is, in de holte van den menschelijken uterus bevat. Dit slijm heeft weinig of geene bolletjes, is geheel en al glasachtig helder, gelijkvormig en taai, even als eiwit, maar nog minder vloeibaar.

4. TRANENSTOF.

Met dezen naam duiden eenige scheikundigen een bestanddeel van de tranenvloeistof aan, hetwelk noch door zuren, noch door hitte stremt, maar zich door langzame verdamping in de vrije lucht, even als het neusslijm, tot een geel, onoplosbaar slijm verdikt. FOURCROY en VAUQUELIN vonden één procent vaste zelfstandigheid, welke uit keukenzout en eene extractaardige, in water niet geheel en al oplosbare stof bestond. Deze vergeleken zij met het slijm.

Inderdaad zwemmen er ook in de tranenvloeistof slijmbolletjes en afgeschubt epithelium van den oogappel.

5. HOORNSTOF.

Uit hoornstof zou de opperhuid bestaan, met hare verlengsels, zoo als nagels, haren, schubben, vederen enz. Men stelde zich voor, dat deze weefsels uit een vloeibaar nedergezette zelfstandigheid gevormd werden, welke aan de lucht verdroogd of chemisch veranderd wordt. Nieuwere onderzoekingen leeren, dat zij alle meer of minder zamengesteld zijn. De opperhuid en de nagels bevatten schubjes, welke uit eene kern bezittende cel ontstaan. Het cellenvliesje, de inhoud en de kern zijn aanvankelijk chemisch verschillende stoffen; of zij later tot eene gelijkvormige zelfstandigheid worden omgezet, is niet onderzocht. Allezins verdwijnt meestal de kern, en de cellenwand en inhoud zijn voor het oog niet meer te onderscheiden. Nog zamengestelder is het maaksel der haren, der wol en der vederen; bast en mergzelfstandigheid zijn verschillend, en bovendien bevatten zij eene kleurstof, die nu eens in kleine kogeltjes ingesloten, dan weder opgelost, met de vezels der weefsels verbonden is. De klaauwen en de hoornen bezitten evenzeer een pigment, hetwelk nog niet afzonderlijk is daargesteld. De schubjes der opperhuid zijn door eene intercellulaire zelfstandigheid zamenverbonden, welke ook in minder sterke zuren wordt opgelost. De afzonderlijke schubjes scheiden zich alsdan van elkander af, en een stuk opperhuid kan opgelost schijnen, terwijl hare ele-

(1) *Prodromus disquis. sput.* p. 14.

menten onveranderd in het menstruum slechts verdeeld zijn. Azijnzuur lost misschien eveneens de intercellulaire zelfstandigheid op; in alle gevallen maakt het haar doorschijnend, zoodat de afzonderlijke schubjes duidelijk worden.

In vele opzigten bezit de opperhuid met het slijm overeenkomst; zij zwelt op dezelfde wijze in koud en heet water op, zonder opgelost te worden. Ook in azijnzuur is zij onoplosbaar; of dit zuur iets uittrekt, is niet bekend. In zamengedrongene zuren en loogen lost zich de zelfstandigheid van het cellen-membraan even als de inhoud op, wanneer deze nog als zoodanig aanwezig is.

Daar het zich niet laat uitmaken, welk aandeel de afzonderlijke bestanddeelen der hoornweefsels aan de reactiën hebben, die aan de hoornstof toegeschreven worden, zoo geef ik er de voorkeur aan, om hunne scheikundige verhouding bij de beschrijving der weefsels op te geven (1). Latere onderzoekingen zullen welligt aantoonen, dat de cellen of derzelver inhoud of beide uit eene wijziging van albumine bestaan, hetgeen reeds dikwijls is vermoed en ook door de ontwikkeling der opperhuid waarschijnlijk wordt gemaakt.

II. EXTRACTIEFSTOF.

De dierlijke vloeistoffen, uit welke de proteine-verbindingen gedeeltelijk door vrijwillige stremming, gedeeltelijk door coagulatie door middel van warmte of andere geschikte middelen nedergeslagen zijn, bevatten nog een aantal van zouten en van organische stikstofhoudende verbindingen opgelost, welke na de verdamping als eene vormlooze massa achterblijven. De zouten zijn melkzure potasch, soda, melkzure kalkaarde en bitteraarde, en sporen van melkzure ammonia met chloorpotassium en chloorsodium (alle in wijngeest oplosbaar); verder phosphorzure soda en phosphorzure kalkaarde, misschien ook een zwavelzuur zout (slechts in water oplosbaar). De organische verbindingen worden onder de benaming van dierlijke extractiefstof, extractaardige stof zamengevat.

De dierlijke extractiefstof is eveneens algemeen verspreid als de proteine-verbindingen, daar de vloeistoffen, in welke beide opgelost zijn, alle deelen doortrekken en in nagenoeg alle uit het bloed afgescheidene stoffen overgaan. Zij bevindt zich in het bloed, in de gal, de melk, de urine, het slijmvocht, het speeksel, in alle weeke weefsels, het overvloedigst in het spiervleesch, uit hetwelk zij door uitpersing en uitdamping van het uitgeperste wordt verkregen. Zij wordt daarom ook vleesch-extract genoemd. De hier-

---

(1) De resultaten van later onderzoek behouden wij ons daarom ook daar ter plaatse voor. VERT.

onder volgende reactiën hebben vooral op het vleesch-extract betrekking; eigenaardige eigenschappen van de extractiefstof uit andere deelen zullen ter geschikter plaatse worden opgeteekend.

Van de menigte der stoffen, welke het water opgelost bevat, is slechts een gedeelte in waterigen wijngeest oplosbaar. Zoo men ze uitdampt en met wijngeest uittrekt, dan blijft er eene massa over, welke de stoffen bevat, die alleen in water oplosbaar zijn, water-extract. Van de in wijngeest oplosbare zelfstandigheden bezit slechts een gedeelte de geschiktheid, om in absoluten alkohol te worden opgelost; zoo het uitgedroogde wijngeest-extract met absoluten alkohol behandeld wordt, dan laat deze eveneens eene massa onopgelost, het wijngeest-extract, Thenard's osmazoom. Datgene, hetwelk door watervrijen alkohol wordt uitgetrokken en na de uitdamping terugblijft, is het alkohol-extract. Zoo wordt door eene eenvoudige behandeling het vleesch-extract in drie verschillende extracten ontleed. Elk derzelve bevat echter weder een aantal van verschillende stoffen, welke op de volgende wijze, die wij thans zullen beschrijven, van elkander worden gescheiden.

1. ALKOHOL-EXTRACT.

Stoffen, welke in water, wijngeest en alkohol oplosbaar zijn.

Het alkohol-extract blijft, na de afhaling van den alkohol, als eene halfvloeibare siroop over van eenen scherp zoutachtigen smaak, en aanvankelijk van eenen reuk naar gebrand brood, later naar dien van urine; wanneer het verhit wordt, verkoolt het en riekt naar gebranden wijnsteen; in water lost het zich met eene gele kleur op. De oplossing wordt door looistofzuur en sublimaat zwak, door basisch azijnzuur lood sterk nedergeslagen. Dit extract schijnt twee, welligt ook drie verschillende zelfstandigheden te bevatten.

a. Eene door sublimaat nedergeslagene zelfstandigheid. De oplossing van het alkohol-extract in water wordt met eene sublimaat-oplossing vermengd en de gele nederslag met zwavelwaterstofgas ontleed, waarna er zwavelkwikzilver op den bodem valt; er blijft eene gele oplossing over van eenen onbepaalden smaak en zure reactie. Met koolzuur loodoxyde verzadigd en uit-

gedampt, laat zij eene donkergele massa achter; deze wordt uitgedampt en het drooge overblijfsel met water behandeld, waarin de extractaardige stof wordt opgelost. De eigenschappen dezer stof in zuiveren toestand schijnen zich tot de volgende te bepalen: de oplossing is zuiver geel, bezit weinig smaak, eene groote neiging om zich met zouten te verbinden, en is naar den aard dezer zouten in wijngeest oplosbaar of niet; hare verbinding met sublimaat is schoon oranjegeel, in water niet geheel en al onoplosbaar, maar onoplosbaar in eene vloeistof, die sublimaat in overmaat bevat. Tin-chlorure en looistof slaan deze stof neder.

b. Eene door loodazijn nedergeslagene zelfstandigheid. Wanneer de vloeistof, welke eerst met sublimaat is behandeld, vervolgens met basisch azijnzuur loodoxyde vermengd wordt, dan ontstaat er een zwakke geelachtige nederslag, bestaande uit chloorlood en basisch melkzuur loodoxyde, beide in verbinding met eene extractaardige zelfstandigheid. De afgewasschene nederslag wordt door zwavelwaterstof ontleed, de geelachtig zuur reagerende vloeistof met koolzuur loodoxyde behandeld, uitgedampt en het overblijvende met wijngeest uitgetrokken. Na verwijdering van den alkohol en ontleding van het overblijvende door zwavelwaterstof blijft er eene gele, doorschijnende, extractaardige massa over, welke door geene der vroeger genoemde reagentia wordt nedergeslagen, en zich met salmiak, chloorbarium en andere zouten verbindt.

c. De met loodazijn behandelde oplossing laat, nadat zij door zwavelwaterstof van lood en door verdamping van azijnzuur bevrijd is, eene gele siroop achter, welke, behalve melkzuur en deszelfs zouten nog eene derde extractaardige stof bevat, welker aanwezigheid zich door den reuk naar urine bij het gloeijen kenbaar maakt.

F. Simon heeft verder in het uitgedampte alkohol-extract eene kristalachtige zelfstandigheid gevonden, welke men door wasschen met watervrijen alkohol zuiveren kan; zij kwam voor, deels in losse, deels in stervormig gegroepeerde naaldjes. Hare oplossing in water en waterhoudenden alkohol geeft eene gele, aangenaam naar vleesch riekende en smakende vloeistof, welke door sublimaat in eene geringe hoeveelheid en door onzijdig azijnzuur loodoxyde niet wordt nedergeslagen, sterk daarentegen door basisch azijnzuur lood-

oxyde, salpeterzuur zilveroxyde en looistofzuur. Zij is in watervrijen alkohol niet of slechts weinig oplosbaar, en moest daarom eigenlijk tot het wijngeest-extract gerekend worden.

Onder de extractive stoffen van het vleesch bekleedt het alkohol-extract eene aanmerkelijke plaats. In zeer groote hoeveelheid bevindt het zich ook in het extract der urine, vooral de door loodazijn nedergeslagene stof. Het alkohol-extract van het bloed bezit niet den aromatischen reuk van het vleesch-extract, en ontwikkelt eerst bij verwarming eenen met het vleesch-extract overeenkomstigen, hoewel minder sterken reuk. Uit de verhouding jegens reagentia zoude men kunnen besluiten, dat er in het alkohol-extract van het bloed eene stof voorkomt, overeenkomstig met die, welke door loodazijn uit het vleesch-extract wordt nedergeslagen, welligt verbonden met eene kleine hoeveelheid van de door sublimaat nedergeslagene zelfstandigheid. Het geringste alkohol-extract bezit de melk.

2. WIJNGEEST-EXTRACT.

Stoffen, welke in water en in waterhoudenden alkohol oplosbaar zijn.

Het gedeelte van het wijngeest-extract, hetwelk alkohol onopgelost laat, is eene donkergele, gewoonlijk ondoorschijnende, kleverige massa. BERZELIUS scheidt haar in drie zelfstandigheden:

a. Eene in alkohol van 0,833 oplosbare zelfstandigheid. Het in wijngeest van het opgegeven specifiek gewigt oplosbare gedeelte van het wijngeest-extract stelt na de verdamping eene extractaardige massa daar van eenen onbepaalden smaak; zij wordt door looistofzuur en sublimaat ligt troebel, en door azijnzuur loodoxyde en tin-chlorure niet nedergeslagen.

Het in alkohol van 0,833 onoplosbare extract is donkerbruin, met kristallen vermengd, van eenen zoutachtig-bitteren smaak, in water met eene bruine kleur oplosbaar; het bevat nog twee stoffen.

b. Eene door sublimaat nedergeslagene zelfstandigheid. De nederslag met sublimaat, donkerbruin van kleur, wordt met zwavelwaterstof ontleed; er ontstaat eene donkerbruine zure oplossing, uit welke, wanneer zij tot eenen zekeren graad wordt uitgedampt en met alkohol vermengd, eene bruine zelfstandigheid naar den bodem valt. De waterige oplossing dezer zelfstandigheid wordt door

sublimaat, looistofzuur en loodazijn sterk nedergeslagen, daarentegen niet door azijnzuur loodoxyde, tin-chlorure en salpeterzuur zilver-oxyde. Zoo de oplossing met tin-chlorure vermengd wordt, en ammonia er bijgevoegd, dan wordt er tin-oxydule in verbinding met al de organische stof nedergeslagen.

c. Eene door middel van tin-chlorure nedergeslagene stof. Nadat de evenvermelde stof uit het wijngeest-extract door sublimaat is nedergeslagen, ontstaat er nog een nederslag met tin-chlorure. Wanneer deze door zwavelwaterstof ontleed wordt, dan scheidt er zich eene extractaardige kleurlooze stof af, welke geenen smaak bezit en noch door azijnzuur loodoxyde, noch door looistofzuur wordt nedergeslagen.

Berzelius vermoedt, dat de beide laatstgenoemde stoffen in het wijngeest-extract identisch zijn met de beide zelfstandigheden van het alkohol-extract, en slechts bij de scheikundige behandeling, vooral door den invloed van het uitdampen en van de lucht, eenigzins veranderd kunnen wezen.

F. Simon ging bij de ontleding van het wijngeest-extract eenigzins anders te werk dan Berzelius. Het extract werd namelijk in eene kleine hoeveelheid water opgelost, en vervolgens gedurende eenigen tijd boven zwavelzuur onder eene klok geplaatst; daarop scheidde zich de hierboven bij het alkohol-extract vermelde kristalachtige stof af. Vervolgens werd er door onzijdig azijnzuur loodoxyde een nederslag voortgebragt, uit welken door zwavelwaterstof eene zelfstandigheid werd afgescheiden, die door zwavelzuur koper-oxyde met eene hoog bruine kleur werd nedergeslagen, zich in eene overmaat van het reagens weder oploste, en door aluin en looistofzuur evenzeer werd nedergeslagen. In de vloeistof, welke van den met onzijdig azijnzuur loodoxyde gevormden nederslag door doorzijging was gescheiden, bragt basisch azijnzuur loodoxyde op nieuw eenen nederslag voort, welke door zwavelwaterstof werd ontleed. De gele oplossing werd ook door looistofzuur, maar niet door sublimaat nedergeslagen. Nu werd de overblijvende vloeistof door zwavelwaterstof ontleed en het vrije zuur door koolzure ammonia onzijdig gemaakt. Door sublimaat werd er alsdan een nederslag voortgebragt, welke met den door Berzelius met hetzelfde reagens verkregenen nederslag identisch scheen te zijn. In

de vloeistof bleef eindelijk bij het uitdampen eene kleine hoeveelheid eener zelfstandigheid over, welke zich jegens herkenningsmiddelen tamelijk indifferent hield, en met name door looizuur naauwelijks troebel werd gemaakt.

Het wijngeest-extract van het bloed en de melk komt met dat van het vleesch in zeer vele opzigten overeen; in de melk wordt er echter door sublimaat geene troebelheid voortgebragt; ook in de urine kon Simon geene nederslagen voortbrengen door onzijdig azijnzuur loodoxyde, sublimaat en looistof. Eene door wijngeest uitgetrokkene extractaardige stof, osmazoom, is ook in het speeksel gevonden.

Het uit de urine nedergeslagen piszuur wordt na de afwassching dikwijls rood of lakkleurig, door eene vreemde, met het zuur verbondene kleurstof. In koortsen is de hoeveelheid der kleurende stof vermeerderd; de urine is hoog rood, en zet een sterk, zegellakkleurig bezinksel af. Alkohol trekt de kleurstof uit, en laat na de uitdamping een scharlakenrood, reuk- en smaakloos poeder achter. Prout hield hetzelve voor purperzure ammonia (murexide), waartegen echter zijne oplosbaarheid in alkohol spreekt. Waarschijnlijk is het slechts eene door het zuur bewerkte wijziging der extractiefstof, daar ook gewone urine, wanneer men haar eenigzins heeft uitgedampt, door verdund salpeterzuur allengs donker rood wordt en na de bijvoeging van een piszuur zout een rood bezinksel afzet, hetwelk uit piszuur en de kleurstof bestaat (Duvernoy). Inderdaad reageert volgens Duvernoy de urine in koortsige toestanden steeds duidelijk zuur. De roode kleurstof is in verdund zwavelzuur oplosbaar; door zoutzuur wordt zij allengs geel. Hare oplossing in water wordt door loodazijn rozenrood nedergeslagen, door salpeterzuur-zilver groen. Eene soortgelijke stof heeft Landerer (1) in het zweet der okselklieren van eenen koortslijder gevonden, en ik herinner mij dikwijls waargenomen te hebben, dat na een sterk zweet, ook in gezonden toestand, het linnen rood gekleurd schijnt. Welligt ontstaat deze eigenaardige verandering der extractiefstof in het algemeen dan, wanneer er veel zuur, vooral melkzuur, in het ligchaam gevormd wordt.

---

(1) Buchner's *Repertor.* V, 234.

3. WATER-EXTRACT.

Stoffen, die slechts in water oplosbaar zijn.

Hetgeen wijngeest onopgelost laat, is eene bruine extractaardige, ondoorschijnende massa, van eenen aangenamen smaak naar bouillon; zij reageert zuur door de aanwezigheid van melkzuur. Wanneer men het in water opgeloste extract met koolzure ammonia verzadigt, tot de dikte eener siroop uitdampt en met alkohol van 0,833 vermengt, dan trekt deze er de melkzure ammonia en de beide volgende extractaardige stoffen uit.

a. Wanneer men bij de oplossing van hetgeen na de verdamping van den alkohol is overgebleven, looistof in overmaat voegt, dan ontstaat er een nederslag, die in kokend heet water oplosbaar is. Het looizuur wordt door azijnzuur loodoxyde, het loodoxyde door zwavelwaterstof nedergeslagen en er blijft alsdan na de uitdamping een geel extract over, welks oplossing door sublimaat, basisch azijnzuur loodoxyde en salpeterzuur zilveroxyde nedergeslagen wordt; dit is daarentegen met onzijdig azijnzuur loodoxyde en tinchlorure niet het geval.

b. Na het nederslaan met looizuur blijft er eene zure extractaardige massa over, identisch met diegene, welke alkohol van 0,833 uit het spiritus-extract uittrekt.

Het eigenlijke water-extract, hetwelk na de behandeling met koolzure ammonia en alkohol overblijft, bevat nog de volgende extractaardige zelfstandigheden:

c. Eene door onzijdig azijnzuur loodoxyde nedergeslagene zelfstandigheid, Zoömidine. Het water-extract wordt in water opgelost, en met ammonia en azijnzure zwaaraarde ontleed; er ontstaat alsdan een bruine nederslag, uit zoömidine en basische phosphorzure zwaaraarde bestaande; er wordt nu ammonia bijgevoegd, de vloeistof door azijnzuur loodoxyde en de nederslag door zwavelwaterstof ontleed. De van zwavellood gescheidene vloeistof wordt met ammonia verzadigd, verdampt en dan door wijngeest van de ammonia-zouten bevrijd, waarna zich zoömidine afscheidt. Dit is eene bruine stof van eenen sterken vleeschsmaak, die in water gemakkelijk oplosbaar is, en door azijnzuur loodoxyde, tinchlorure en salpeterzuur zilver-oxyde wordt nedergeslagen. Looi-

zuur veroorzaakt eenen geringen en sublimaat geenen nederslag. Azijnzuur koper-oxyde brengt eenen zeer sterken, groengraauwen nederslag voort, die in azijnzuur en bijtende ammonia gemakkelijk oplosbaar is, niet daarentegen in bijtende potasch.

d. Eene door basisch azijnzuur loodoxyde nedergeslagene zelfstandigheid. De vloeistof, uit welke de zoömidine nedergeslagen is, geeft met basisch azijnzuur loodoxyde eenen kleurloozen nederslag. Na ontleding met zwavelwaterstof verkrijgt men eene kleurlooze vloeistof, en wanneer deze verdampt wordt, eene doorschijnende, gomachtige massa, die eenen gomachtigen smaak, geenen dierlijken, maar eenen zuurachtigen reuk bezit en in water gemakkelijk oplosbaar is. De oplossing wordt door loodsuiker, sublimaat en salpeterzuur zilveroxyde niet nedergeslagen; door looistof wordt zij ligt troebel.

e. Na het nederslaan met basisch azijnzuur loodoxyde laat de verdampte vloeistof eene gele, extractaardige stof achter, die in den meest zuiveren toestand de volgende eigenschappen bezit: zij is bruingeel, van eenen zwakken, onbepaalden smaak, van eenen bij verhitting dierlijken reuk, en is gemakkelijk en met eene gele kleur in water oplosbaar, terwijl zij een poedervormig overblijfsel achterlaat. De oplossing wordt door sublimaat, tin-chlorure en onzijdig azijnzuur loodoxyde niet nedergeslagen, sterk daarentegen door basisch azijnzuur loodoxyde, welke nederslag in het onzijdige zout weder oplosbaar is. Door salpeterzuur zilver-oxyde wordt zij met eene graauwgele kleur nedergeslagen; looizuur maakt haar troebel.

f. De oplossing in watervrijen alkohol bevat nog eene met de azijnzure zouten in alkohol oplosbare stof, welke, na de verdamping van den alkohol en oplossing der massa in water, door looizuur wordt nedergeslagen. Wanneer men den nederslag in kokend water oplost, het looizuur met azijnzuur lood nederslaat, en met zwavelwaterstof het lood afscheidt, dan blijft er na de verdamping eene gele, doorschijnende zelfstandigheid over, die weinig smaak bezit; de oplossing is geel, wordt door het basisch loodzout nedergeslagen en bij de toevoeging van het onzijdige weder opgelost.

Het water-extract van het bloed bevat zoömidine: de overige be-

standdeelen zijn niet bepaald aangetoond. Het water-extract der melk verhoudt zich geheel en al op dezelfde wijze; dat der urine is eenigzins verschillend; daarin bevindt zich eene zelfstandigheid, die door onzijdig azijnzuur lood wordt nedergeslagen, met de zoömidine overeenkomt, echter met eenige afwijkende eigenschappen; zij is graauwbruin en smaakloos, wordt slechts weinig door sublimaat, meer echter door tinchlorure nedergeslagen; looizuur slaat haar met eene donkere kleur neder. Na het nederslaan dezer stof bevat het water-extract der urine nog eene zelfstandigheid, die door basisch azijnzuur loodoxyde wordt nedergeslagen, en eene derde, die door alkohol wordt aangetoond. Het water-extract van het speeksel is niet bijzonder onderzocht. Na de uitdamping van het speeksel en de verwijdering der eiwitstof blijft er eene extractaardige zelfstandigheid achter, welke aanmerkelijk door looistof nederslagen en met onzijdig en basisch azijnzuur loodoxyde slechts troebel gemaakt wordt; tin-chlorure en salpeterzuur zilver-oxyde brengen eenen witten nederslag voort; sublimaat schijnt zonder invloed op haar te zijn. Daar de speekselstof, waarvan aanstonds melding zal worden gemaakt, zich jegens herkennings-middelen indifferent gedraagt, kunnen de reactie-verschijnselen, zoo als SIMON aanneemt, slechts tot de extractiefstof behooren.

Tot de in water oplosbare zelfstandigheden der dierlijke extractiefstof behoort ook de

SPEEKSELSTOF, *Ptyaline*.

De stof, welke TIEDEMANN en GMELIN als speekselstof beschrijven, schijnt met het water-extract der overige dierlijke vloeistoffen identisch te zijn. Zij verkregen haar op dezelfde wijze, en schilderen haar als eene helder bruingele stof af, welke bij elke uitdrooging en wederoplossing van het overblijvende eene helderbruine, ondoorschijnende, vliezige zelfstandigheid achterlaat. De oplossing werd niet alleen door looizuur, maar ook door kalkwater, sublimaat, salpeterzuur zilver-oxyde en door koper- en loodzouten nedergeslagen. De gedroogde speekselstof riekte bij de verbranding als gebrand brood. Met deze beschrijving komt ook die van PAPPENHEIM overeen (1).

(1) *Die Verdauung*, S. 135.

Speekselstof in den geest van GMELIN en TIEDEMANN is alzoo eveneens een naam voor de gezamenlijke stoffen van het water-extract, als osmazoom voor die van het wijngeest-extract.

Andere eigenschappen vertoont de ptyaline volgens BERZELIUS, MITSCHERLICH en SIMON. De oplossing dezer stof in water is eenigzins slijmig en wordt door koken niet troebel. Zij laat na de verdamping de speekselstof ongekleurd en doorschijnend achter; zij wordt noch door looizuur, sublimaat of basisch azijnzuur loodoxyde, noch door sterke zuren nedergeslagen.

Het verschil is, naar ik geloof, daarvan afkomstig, dat de genoemde scheikundigen bij hunne bereiding der speekselstof het vrije alkali met azijnzuur of verdund zwavelzuur onzijdig maakten, misschien ook eene verbinding der extractliefstof met het zuur deden ontstaan, welke oplosbaar bleef en door de herkenningsmiddelen niet meer nedergeslagen werd. Geene der verschillende extractiefstoffen wordt door azijnzuur, verdunde of geconcentreerde minerale zuren nedergeslagen, en men kan daarom wel aannemen, dat er oplosbare verbindingen worden voortgebragt. Ook vond PAPPENHEIM, dat de nederslagen der speekselstof met ijzer-, koper- en andere zouten in zuren oplosbaar waren, en dat elke troebelheid, welke door de genoemde herkenningsmiddelen voortgebragt werden, door kleine hoeveelheden azijnzuur weder verdwenen (1). Daar er uit het speeksel, wanneer het als vleesch-extract behandeld wordt, eene stof kan worden daargesteld, die met het vleesch-extract overeenkomst bezit, zoo zou er nog slechts te bewijzen zijn, dat vleeschwater, hetwelk op de genoemde wijze als het speeksel met zuren werd behandeld, ook de door BERZELIUS beschrevene soort van speekselstof opleverde.

Speeksel verandert volgens LEUCHS (2) zetmeel in suiker, hetgeen door SCHWANN wordt bevestigd. Deze werking schijnt echter niet van de ptyaline af te hangen, want SEBASTIAN kon met zuivere speekselstof deze verandering niet voortbrengen (3).

---

(1) *Die Verdauung*, 135, 137.

(2) POGGENDORF, *Annal.* XXII, S. 623.

(3) v. SETTEN, *De saliva, ejusque vi et utilitate*, Groning. 1837, p. 33.

KREATINE.

CHEVREUL heeft in vloeistoffen van het vleesch eene kleine hoeveelheid eener stof gevonden, die uit het alkohol-extract kristalachtig aanschoot, en WÖHLER heeft het bestaan derzelve bevestigd. CHEVREUL noemt deze stof kreatine; zij kristalliseert in waterheldere, regthoekige prismen, is reuk- en smaakloos, reageert niet op planten-kleuren, is moeijelijk oplosbaar in water, nog moeijelijker in alkohol, maar gemakkelijk in zuren. De waterige oplossing wordt door salpeterzuur zilver, zwavelzuur koper- en ijzeroxyde, loodazijn en zamengedrongen platina-chloride niet veranderd; in eene hoogere temperatuur ontleed, ontwikkelt zij ammonia, eenen reuk naar blaauwzuur en phosphorigzuur, en een geel gas, hetwelk zich voor een gedeelte weder tot kristallen verdikt. CHEVREUL houdt het voor mogelijk, dat kreatine een ammoniazout van een zuur met een zamengesteld radikaal is.

III. LIJMGEVENDE ZELFSTANDIGHEID.

Ons ontbreekt nog een naam voor de zelfstandigheid, welke door eene eenigzins lange behandeling met kokend water in lijm overgaat; ook is ons van hare scheikundige eigenschappen nagenoeg niets bekend, dan dat zij door koken in lijm veranderd wordt. Zij is in koud water onoplosbaar; in azijnzuur zwelt het bindweefsel op en wordt geheel doorschijnend, zonder dat het, zoo als het schijnt, volkomen wordt opgelost. Kraakbeen, als ook de in kraakbeen gevormde vezelen, worden door azijnzuur niet veranderd, evenzoo min als de vezels van het elastische weefsel.

Tot de lijmgevende zelfstandigheden behooren: de kraakbeenderen, de kraakbeenige grondlaag der beenderen, de uit bindweefsel gevormde deelen, het hoornvlies, en voor een gedeelte het elastische weefsel. Van deze weefsels bestaan er eenige uit eenen tamelijk gelijkvormigen grondslag met ingestrooide blaasjes, de andere uit draden, van welke het onzeker is, of zij vast en gelijkvormig zijn, dan of zij hol zijn, en daardoor in een vlies en inhoud zijn gescheiden. Hoe dit ook zij, zoo schijnen de afzonderlijke bestanddeelen alle, de eene sneller, de andere trager, in lijm over te

gaan, daar pezen en banden eene hoeveelheid drooge lijm opleveren, die met hun gewigt in gedroogden toestand overeenkomt.

Bij de verandering der lijmgevende zelfstandigheid in lijm, grijpt er geene gasontwikkeling plaats, geene opname van zuurstof of andere bestanddeelen der atmospheer; door de aanwezigheid van verdunde zuren wordt de vorming der lijm versneld. Zoo als Löwig vermoedt, staat daarom welligt de lijmgevende zelfstandigheid in dezelfde betrekking tot de lijm, als zetmeel tot suiker. De lijm bezit de kenmerkende eigenschap, dat hare oplossing in kokend water bij de verkoeling eene gelei vormt. Dit geschiedt niet, wanneer de oplossing zeer verdund is; alsdan wordt zij uit de zoo aanstonds te vermelden reactiën herkend.

Men onderscheidt twee soorten van lijm, namelijk colla of eigenlijke lijm en chondrine, en men moet derhalve ook twee soorten van lijmgevende zelfstandigheid aannemen. Van beide verschilt eenigermate de lijm van het elastische weefsel, en deze vormt alzoo eene derde varieteit van lijmgevende zelfstandigheid (1). Bovendien komen er geringere verschillen voor naar den aard der weefsels, uit welke de lijm verkregen wordt. Wij sluiten nog eene vierde stof hieraan, de pyine, niet zoozeer wegens hare chemische kenmerken, die over het algemeen nog niet geheel en al vaststaan, als wel daarom, dat dezelfde stof, die in het volwassen ligchaam lijm geeft, in vroegere ontwikkelingsperioden door koken in pyine veranderd wordt en alzoo de lijmgevende zelfstandigheid zich uit de pyine-gevende schijnt te vormen (2).

1. COLLA-GEVENDE ZELFSTANDIGHEID.

Hiertoe behooren: 1. alle uit bindweefsel gevormde deelen, de vliezen, pezen, banden enz., ook de valschelijk zoogenoemde tusschengewrichts-kraakbeenderen; 2. de kraakbeenige grondlaag der beenderen, die na het uittrekken der kalkaarde overblijft. Uit deze weefsels bereidt men de lijm op de volgende wijze: zij worden met koud water uitgewasschen, om zouten, eiwit, extracttiefstof enz. te verwijderen, vervolgens in water gekookt, en de oplossing

(1) (2) } Verg. de noten op bladz. 84 en 85. VERT.

zoolang uitgedampt, dat een droppel bij de verkoeling staan blijft. De afgekoelde gelei wordt bij eene zachte warmte volkomen gedroogd. Beenderen worden eerst eenige dagen lang met verdund zoutzuur behandeld, hetwelk de kalkaarde uittrekt, en vervolgens door afwassching van het zoutzuur bevrijd. In den tijd van 12—24 uren zijn de genoemde weefsels volkomen opgelost.

De zuivere, gedroogde lijm is hard, doorschijnend, kleurloos, zonder smaak of reuk, van eene onzijdige reactie; zij wordt in koud water week, zwelt op, maar wordt eerst bij verwarming opgelost. Met 100 deelen koud water vormt de lijm bij de verkoeling nog eene gelei. De lijm is in wijngeest weinig oplosbaar, en wordt uit eene waterige oplossing door wijngeest in witte vlokken nedergeslagen, die in water weder gemakkelijk oplosbaar zijn. In aether, vette en vlugtige oliën is zij niet oplosbaar. In de waterige oplossing doet kreosoot eene melkachtige troebelheid ontstaan, cyanzuur eenen gelen nederslag; minerale zuren, phosphorzuur en azijnzuur veranderen de oplossing niet; bijtende potasch en ammonia brengen door het nederslaan der phosphorzure kalkaarde eene geringe troebelheid te weeg, kwikzilverchloride eenen nederslag, die in overmaat van lijm weder oplosbaar is; salpeterzuur kwikzilver-oxydule, azijnzuur lood, ijzerchloride, zwavelzuur koper en aluin oefenen geenen invloed uit; zwavelzuur ijzeroxydule maakt de lijmoplossing ligt troebel; looizuur reageert nog op eene oplossing van 1 deel lijm op 5000 deelen water. Dikwijls zijn er bij de lijm kleine hoeveelheden chondrine bijgemengd, en dan vertoonen zich de aan deze stof eigenaardige reactiën in eenen ligten graad.

De lijm werd door MULDER ontleed. Lijm uit hertshoorn bevatte in 100 deelen:

stikstof	18,350—18,388.
koolstof	50,048—50,048.
waterstof	6,477— 6,645.
zuurstof	25,125—24,921.

De daaruit berekende formule is: $N_4\, C_{13}\, H_{20}\, O_5$. Het atoomgewigt = 1972,54. Bovendien bevat de lijm 0,5—6 pct. anorganische stoffen, grootendeels phosphorzuren kalk.

Bij de drooge destillatie levert de lijm dezelfde producten als proteine: in vochtigen toestand gaat zij terstond in rotting over, met

niet meer oplosbaar is. Azijnzuur lood, zwavelzuur koper en looizuur slaan haar insgelijks neder. In gedroogden toestand vormt de pyine een graauw poeder, dat in water niet meer volkomen oplosbaar is.

De zelfstandigheid, welke G. Simon ook uit de granulatiën kreeg, onderscheidde zich van de zoo even beschrevene slechts daardoor, dat de door zoutzuur voortgebragte troebelheid witachtig en door bijvoeging eener grootere troebelheid zoutzuur, wel is waar, eenigzins verminderd, maar niet geheel en al opgeheven was.

IV. HAEMATINE.

De haematine, het kleurende bestanddeel van het bloed, is in de bloedbolletjes, maar onder zekere omstandigheden ook vrij in de vloeistof van het bloed bevat. De bloedbolletjes namelijk zijn blaasjes met eenen vloeibaren inhoud, die in het bloedvocht zwemmen. Tusschen den inhoud der blaasjes en het bloedvocht, dat hen omgeeft, grijpt er eene uitwisseling van bestanddeelen door endosmose plaats, op die wijze, dat de bloedblaasjes, wanneer de omgevende vloeistof zamengedrongen is, water aan hen afgeven en zamenvallen, terwijl zij daarentegen omgekeerd, wanneer de omgevende vloeistof verdund wordt, water uit hen aantrekken en opzwellen, waarbij gelijktijdig de in de bloedblaasjes opgeloste aanwezige vaste bestanddeelen zich door de vloeistof verdeelen.

In de blaasjes en in de vloeistof van het versche bloed is de kleurstof in eenen in het water oplosbaren toestand bevat. Kleurstofhoudend serum is na de verwijdering der bloedbolletjes eene geheel en al gelijkvormige, ongekleurde vloeistof. De haematine, welke op de wijze, die wij aanstonds zullen opgeven, wordt daargesteld, heeft hare oplosbaarheid in water verloren. Men neemt daarom aan, in de vooronderstelling, dat de haematine door de wijze, waarop zij wordt verkregen, geene chemische verandering heeft ondergaan, dat zij, even als de eiwit- en vezelstof, in tweederlei toestanden kan voorkomen, versch en gecoaguleerd (1).

(1) Volgens Mulder spreken de scheikundigen verkeerdelijk van gecoaguleerde kleurstof. Voor coagulering namelijk is zij onvatbaar; deze voorstelling berust,

Hünefeld gelooft, dat hij ongestremde haematine door de volgende behandeling heeft daargesteld: hij hing den bloedkoek, in dunne schijven gesneden, in aether op; de aether wordt daarbij schoon rood gekleurd, en laat na vrijwillige verdamping een rood overblijfsel achter, dat naar versch bloed riekt en met eenig vet verontreinigd is. Wanneer de oplossing eenigen tijd staat, dan gaat de haematine van zelf in den gestremden toestand over. Ongestremde haematine verkrijgt men ook door uitwassching van den bloedkoek: maar het water bevat alsdan, behalve de opgeloste kleurstof, ook geheele, en slechts opgezwollene bloedbolletjes.

De methoden, volgens welke zij zuiver bereid wordt, berusten daarop, dat alkohol de verbindingen der haematine met zuren oplost, terwijl zij de eiwitachtige bestanddeelen van het bloed en van de bloedbolletjes in gestremden toestand onopgelost achterlaat.

1. Gmelin gaf twee methoden op: hij vond, dat, wanneer men bloed met eene groote hoeveelheid alkohol kookte, de kleurstof van het bloed in alkohol werd opgelost, en, na het afdestilleren, als een donkerbruin, in water oplosbaar overblijfsel achterbleef. Volgens eene andere methode zoude het bloed gestremd en met zoutzuur behandeld worden; daarbij blijft, wanneer het zuur genoeg verdund is, de kleurstof onopgelost, die zich in alkohol laat oplossen. In het eerste geval was de haematine met alkali, in het tweede met zuur verbonden, van welke Gmelin haar niet heeft gescheiden. Bovendien bevatte zijne kleurstof de in alkohol opgeloste extractive bestanddeelen van het bloed, en welligt caseine.

2. Le Canu deelt verschillende voorschriften ter bereiding der haematine mede:

a. De bloedkoek wordt met water uitgeloogd, de roode vloeistof met zwavelzuur nedergeslagen, de nederslag met zwavelzuurhoudend water en vervolgens met waterhoudenden alkohol uitgewasschen en gedroogd.

b. Geslagen bloed wordt met verdund zwavelzuur vermengd, vervolgens met kouden alkohol gewasschen en uitgeperst.

---

volgens hem, op deze eigenschap, vroeger bij albumine-houdende kleurstof gevonden, die slechts aan de eiwitstof, niet aan de kleurstof toekomt. In alkohol en zwavelzuur, of in alkohol en ammonia, geheel oplosbaar zijnde, kan men haar moeijelijk gecoaguleerd heeten. *Physiol. Scheikunde*, bladz. 363. Vert.

melkzuur, arsenigzuur en arsenikzuur. Al deze verbindingen echter, met uitzondering van die, welke door azijnzuur en arsenigzuur worden voortgebragt, worden in eene overmaat van de zuren weder opgelost. Zoo het azijnzuur door koolzure potasch wordt verzadigd, dan volgt er weder eene volkomene oplossing. De nederslagen van aluin, zwavelzure aluinaarde en azijnzuur worden door de bijvoeging van groote hoeveelheden azijnzure potasch, soda en keukenzout weder opgelost. Zwavelzuur ijzeroxyde brengt in de chondrine-oplossing eenen sterken nederslag voort, welke in eene overmaat van het herkenningsmiddel en in de hitte weder wordt opgelost. De nederslag bestaat volgens MULDER uit 12,41 zwavelzuur ijzeroxyde en 87,59 chondrine, of uit 2 atomen zwavelzuur ijzeroxyde en 1 atoom chondrine. Azijnzuur loodoxyde brengt in de chondrine-oplossing eenen nederslag te weeg, die, waar er met de bijvoeging dezer stof wordt voortgegaan, niet weder wordt opgelost. Eene zeer zamengedrongene chondrine-oplossing wordt door bijtende potasch niet troebel.

MULDER vond in 100 deelen chondrine:

stikstof	14,44.
koolstof	49,96.
waterstof	6,63.
zuurstof	28,59.
zwavel	0,38.

en bepaalt hare zamenstelling als: $N_{80}\ C_{320}\ H_{520}\ O_{140}\ S$. Haar atoomgewigt is = 48987,15. Het bevatte nog 6,57 pct. anorganische zouten.

3. LIJMGEVEND GEDEELTE VAN HET ELASTISCHE WEEFSEL (1).

De lijm van het elastische weefsel heeft meer overeenkomst met chondrine dan met lijm; hare oplossing wordt door azijnzuur loodoxyde en azijnzuur troebel, door aluin en zwavelzure aluinaarde nedergeslagen, door zwavelzuur ijzeroxyde naauwelijks troebel. De

(1) Volgens MULDER schijnt deze zelfstandigheid als een mengsel te moeten worden beschouwd van verschillende stoffen. Hare eigenschappen houden het midden tusschen chondrine, trioxy-proteïne en gewone lijm. Verg. *Physiolog. Scheikunde*, bladz. 359. VERT.

nederslag, door zwavelzure aluinaarde voortgebragt, is niet in eene overmaat van het reagens oplosbaar.

4. PYINE (1).

Deze stof, door GÜTERBOCK in etter ontdekt, komt ook in andere pathologische afscheidingen, in het slijm en in de tuberkelmassa voor, hoewel niet standvastig, zoo als het schijnt. VOGEL kon het in den etter niet vinden, en F. SIMON miste het eveneens eenige malen in etter en in tuberkels. Deze zelfstandigheid wordt, volgens GÜTERBOCK, door koking uit de granuleuse vormsels en versche schijnvliezen uitgetrokken, en dezelfde, of eene geheel en al overeenkomstige, verkregen SCHWANN (2) en G. SIMON (3) uit de huid van het foetus, de laatste scheikundige ook nog door koking van korrelachtige vormsels en condylomata, derhalve uit alle deelen, welke uit nog niet volkomen gevormd bindweefsel bestaan.

Uit den etter stelt GÜTERBOCK de pyine op de volgende wijze daar: zij wordt gelijktijdig met het eiwit door alkohol nedergeslagen en uit den nederslag door water uitgetrokken. Eene kleine hoeveelheid eiwit, welke het water gelijktijdig opneemt, kan door koking worden nedergeslagen en vervolgens door filtratie volkomen worden afgescheiden.

Uit de waterige oplossing vormt er zich door azijnzuur en aluin een sediment. Aluin is als reagens gevoeliger, daar zij de pyine uit eene oplossing, die door azijnzuur slechts troebel gemaakt wordt, in vlokken nederslaat. De nederslag wordt noch door azijnzuur, noch door aluin, noch door onzijdige zouten opgelost. Een droppel zoutzuur kleurt de waterige oplossing geel; bij verdere bijvoeging van zoutzuur wordt zij weder kleurloos. Uit deze zure oplossing slaat bloedloogzout niets neder; sublimaat brengt in de pyine-oplossing eene witte troebelheid voort, welke in azijnzuur

---

(2) Latere onderzoekingen hebben geleerd, dat de pyine eene hoogere verbinding van proteine is met zuurstof, namelijk tri-oxy-proteine, dezelfde stof, die in eene groote hoeveelheid in de ontstekings-korst van het bloed gevonden wordt. VERT.

(3) *Mikroskop. Untersuch.* S. 143.

(4) MÜLLER'S *Archiv*. 1839, S. 26.

eenen zeer onaangenamen reuk naar ammonia; zoo zij dikwerf in kokend water wordt opgelost, verliest zij allengs de geschiktheid om te stollen, terwijl gelijktijdig hare oplosbaarheid in water toeneemt. Salpeterzuur ontleedt de lijm onder de vorming van zuringzuur; met zwavelzuur overgoten en gekookt, gaat zij in lijmsuiker en leucine over. Dezelfde stoffen levert zij door koking met potaschoplossing.

De lijm is in azijnzuur en verdunde minerale zuren oplosbaar; in koude moeijelijk; zeer spoedig door koken in zuur water; even zoo gemakkelijk wanneer er pepsine aanwezig is. Kraakbeenderen laten daarbij eenige vlokken achter, waarschijnlijk de celkernen. De zure oplossingen stollen bij verkoeling niet, en worden door bloedloogzout niet nedergeslagen; looizuur slaat, zoo als vermeld is, de lijm volkomen neder, en vormt daarmede eene onoplosbare verbinding, die niet verrot. Zij is in vochtigen toestand week en elastisch, in gedroogden hard en brokkelig. De uit lijm en looistof bestaande nederslag is de leder-zelfstandigheid. Loogen onttrekken aan de looistofzure lijm een gedeelte zuur. Volgens Mulder verbindt zich het looizuur met de lijm in verschillende verhoudingen. Bij overmaat van looizuur ontstaat de onzijdige verbinding uit 100 deelen lijm en 135—136 deelen looizuur. Wordt het looizuur niet in overmaat aangewend, dan ontstaat er eene uit 3 atomen lijm en 2 atomen looizuur bestaande verbinding. Azijnzuur lost den door looizuur verkregenen nederslag volkomen op, vanwaar de lijm uit hare azijnzure oplossing door looizuur in het geheel niet wordt nedergeslagen (1). Zoo er chloorgas door eene lijmoplossing geleid wordt, dan ontstaat er, behalve zoutzuur, een nederslag uit witte, buigzame, taaije draden, waarschijnlijk bestaande uit chloor of chlorigzuur en lijm, volgens Mulder 1 atoom chlorigzuur op 4 atomen lijm. De verbinding is in water, wijngeest en aether onoplosbaar; bij aanhoudend koken lost er zich een klein gedeelte van in water op; in salpeterzuur en azijnzuur lost zij zich gemakkelijk onder ontwikkeling van chloor op; ook in bijtende potasch en ammonia is zij gemakkelijk oplosbaar. Er bestaan ook verbindingen van 1 atoom lijm met 1 en $1\frac{1}{2}$ atomen chlorigzuur.

(1) Schwann, *Mikroskop. Unters. S.* 32.

Jodiumtinctuur slaat eveneens uit de lijmoplossing donkerbruine, elastische draden neder, die wel in kokend, maar niet in koud water oplosbaar zijn, ook in heeten alkohol, salpeterzuur en azijnzuur. Verdunde alkaliën veranderen de lijm niet. Zoo de oplossing in alkaliën met azijnzuur verzadigd wordt, dan stolt zij niet. De lijmoplossing neemt kalkhydraat op. Er bestaan vele verbindingen der lijm met zouten; zij lost gemakkelijk versch nedergeslagene phosphorzure kalkaarde op; de nederslag, welke bij het koken met zwavelzuur ijzeroxyde ontstaat, bevat 3 atomen lijm, 6 atomen ijzeroxyde en 1 atoom zwavelzuur. De nederslag met sublimaat is niet onderzocht; ook met zwavelzuur platina-oxyde en chloorplatina gaat de lijm onoplosbare verbindingen aan.

2. CHONDRINE-GEVENDE ZELFSTANDIGHEID.

De chondrine werd door J. Müller ontdekt. Men verkrijgt ze door koken der cornea en der blijvende kraakbeenderen (de kraakbeenderen van den neus, de ooren, de luchtwegen, de ribben, en die, welke de gewrichten overtrekken), en verder ook van de beenderen vóór de ossificatie. Bij vele dezer deelen is het noodig, dat zij lang koken, met name bij de vezelachtige kraakbeenderen van het oor en den neus. In het algemeen levert het kraakbeen des te minder en des te moeijelijker chondrine op, naarmate het meer kraakbeenligchaampjes en minder tusschenzelfstandigheid bevat.

De chondrine staat in dezelfde verhouding tot het water, als de lijm, doch schijnt geene zoo vaste gelei te geven, want volgens Simon's proeven kunnen er met 1 deel chondrine slechts 20 deelen water tot stolling gebragt worden. In hare verhouding tot looizuur, chloor, wijngeest, aether, kreosoot en sublimaat is de chondrine eveneens van de lijm niet onderscheiden; zij is eigenaardig gekenmerkt door hare verhouding jegens zuren en zouten. Aluin en zwavelzure aluinaarde slaan haar uit hare oplossingen in groote, witte, digte vlokken neder. De nederslagen zijn in koud en in heet water onoplosbaar, maar worden in eene overmaat van het herkenningsmiddel weder opgelost. Met alle zuren gaat de chondrine onoplosbare verbindingen aan, ook met het azijnzuur.

c. Men behandelt geslagen bloed met loodazijn, waardoor albuminaat van loodoxyde wordt nedergeslagen. De roode vloeistof wordt doorgezegen en zoo lang gewasschen als de doorloopende vloeistof nog roodgekleurd wordt. Uit de doorgezegene vloeistof wordt door zwavelzure soda het loodoxyde nedergeslagen. Door kouden alkohol wordt de nederslag even als in de vorige gevallen van het vrije zuur bevrijd.

De volgens eene dezer methoden verkregene verbinding wordt herhaaldelijk met alkohol uitgekookt, welke het eiwitachtige bestanddeel der bloedbolletjes onopgelost laat. De alkoholische oplossing der zwavelzure kleurstof wordt door bijtende ammonia ontleed; er valt zwavelzure ammonia neder, en na de verdamping wordt deze door water en het vet door aether verwijderd. Ook in dit geval is de haematine ten minste met extractive stoffen verontreinigd.

3. Berzelius scheidt de bloedbolletjes van het serum, door het bloed, dat met zwavelzure soda vermengd is, te filtreren. Dit zout verhindert de stremming der vezelstof en de bloedbolletjes blijven alleen op het filtrum. Zij worden met alkohol, waarbij eenig verdund zwavelzuur gevoegd is, gekookt, zoo lang als de alkohol nog gekleurd wordt en tot dat het overblijvende graauwachtig wit is. De alkoholische oplossingen worden met bijtende of koolzure ammonia vermengd, waardoor zwavelzure ammonia wordt nedergeslagen. De gefiltreerde oplossing geeft, nadat de alkohol door overhaling is verwijderd, een nagenoeg zwart poeder, uit hetwelk door aether het vet wordt verwijderd. Op deze wijze wordt, zoo als het schijnt, het bloedrood het zuiverst verkregen.

4. Simon eindelijk heeft het volgende voorschrift gegeven: geslagen bloed wordt gekookt en daardoor de albumine in gestremden toestand gebragt, vervolgens tot droogwordens toe uitgedampt. Het drooge overblijfsel wordt met aether en vervolgens met alkohol uitgekookt. De wijngeest lost het aanwezige alkali, de melkzure zouten, osmazoom en haematine op. Uit de kokende alkoholische oplossing wordt bij verkoeling bloedrood in vlokken nedergeslagen, terwijl het overige opgelost blijft. De roode vlokken worden met zuren wijngeest overgoten. Deze lost de zwavelzure haematine op, en het zwavelzuur laat zich vervolgens door ammonia op de opgegevene wijze afscheiden.

De zuivere haematine is bruinachtig zwart met afzonderlijke glinsterende puntjes, en is reuk- en smaakloos. LE CANU vond haar bruin met eenen metaalglans. Zij is in water, wijngeest en aether onoplosbaar; door vette en vlugtige oliën wordt zij, volgens MULDER, in de warmte opgelost. SANSON meent dat de haematine in alkohol, aether en verdunde zuren oplosbaar is. Volgens het vermoeden echter van LE CANU is de haematine van SANSON gewijzigd door het zamengedrongen zwavelzuur, hetwelk hij bij de bereiding bezigde. LE CANU verkreeg dezelfde modificatie, wanneer hij zijne haematine met geconcentreerd zoutzuur of met zwavelzuur, dat met 6 deelen water verdund was, behandelde.

Volgens MULDER is de zamenstelling der haematine de volgende:

stikstof	10,54;	10,46;	10,57.
koolstof . . .	66,90;	66,20;	65,75.
waterstof . . .	5,50;	5,44;	5,28.
zuurstof . . .	11,01;	11,15;	11,97.
ijzer	6,66;	6,75;	6,45.

De formule is $N_6 C_{44} H_{44} O_6$ Fe; haar atoomgewigt 5108,01. In het ijzeroxyde der asch komt ook eenig mangaanoxyde voor; volgens WÜRZER maakt dit zelfs 1/3 van het ijzeroxyde uit. Van den toestand, in welken het ijzer in het bloed zijn kan, is reeds vroeger melding gemaakt (1).

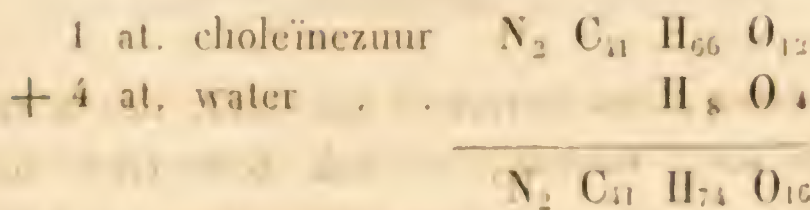
(1) Op bladz. 16 van dit werk heeft de schrijver als ter loops daarvan eenige melding gemaakt; de vraag is daar echter onbeslist gelaten, en wij meenen, dat de beslissing derzelve van te groot gewigt is, om niet kortelijk kennis te maken met de gronden, welke MULDER voor zijne beschouwingswijze aanvoert. Volgens hem is de veranderlijkheid van het ijzergehalte aan de genomene proeven toe te schrijven; het ijzergehalte is onveranderlijk, als de stof goed is bereid. Het ijzer maakt een scheikundig verbonden element van de stof uit, maar kan daaruit worden weggenomen, zoo als hieronder van het chlorigzuur wordt aangetoond. De kleurstof is in dit geval echter niet meer rood, maar wit. Op eene andere wijze kan de kleurstof uit het ijzer worden weggenomen, zoo dat er eene roode kleurstof overblijft. Zoo men namelijk droog bloed met sterk zwavelzuur vermengt, dit eenigen tijd laat staan en er water bijvoegt, dan lost er zich, onder ontwikkeling van hydrogenium, sulphas ferri in het water op, hetgeen door de gewone reactiën op ijzer kan worden aangetoond. Het goed uitgespoelde bloed, met alkohol en eenig zwavelzuur uitgetrokken, levert ijzervrije haematine op, in verbinding met sulpho-proteïnezuur. Wanneer zuivere ijzerhoudende haematine op dezelfde wijze met zwavelzuur wordt behandeld, dan heeft er hetzelfde plaats. Er ontwikkelt zich hydrogenium,

hem niets anders, dan juist de verbinding van choleïnezuur en soda, welke het wezenlijke bestanddeel der gal uitmaakt. Demarçay's methode om het choleïnezuur daar te stellen is de volgende: ossengal wordt tot droogte toe uitgedampt, vervolgens in water opgelost, en met verdund zwavelzuur bij eene zachte warmte zoolang uitgedampt, dat de vloeistof troebel wordt; daarna laat hij ze in de koude staan; het zuur, dat zich als een groen bezinksel afscheidt, wordt met gedestilleerd water gewasschen, in wijngeest opgelost, het zwavelzuur door barytwater en met aether het weinige bijgemengde margarinezuur verwijderd. Of de gedroogde gal wordt in water opgelost, door onzijdig azijnzuur-loodoxyde nedergeslagen; de nederslag wordt voor een gedeelte in wijngeest opgelost en deze oplossing door zwavelwaterstof ontleed, doorgezegen en uitgedampt.

Het drooge choleïnezuur is geel, sponsachtig, gemakkelijk tot poeder te brengen, en van eenen zeer bitteren smaak. Het is in aether onoplosbaar, gemakkelijk oplosbaar in water, en nog gemakkelijker in wijngeest. Uit de gal kan het door plantenzuren niet worden nedergeslagen, en wanneer het eenmaal door minerale zuren is nedergeslagen geworden, dan slaan ook azijnzuur, wijnsteenzuur en citroenzuur het uit zijne verbindingen met alkaliën neder. Het choleïnezuur drijft het koolzuur uit zijne verbindingen met alkaliën en aarden uit, en vormt met deze laatsten zure zouten. Van de choleïnezure soda is reeds sprake geweest.

De formule van het choleïnezuur is volgens Demarçay N_2 C_{41} H_{66} O_{12}; volgens Dumas en Pelouze N_2 C_{42} H_{72} O_{12}; het atoomgewigt: 5040,86.

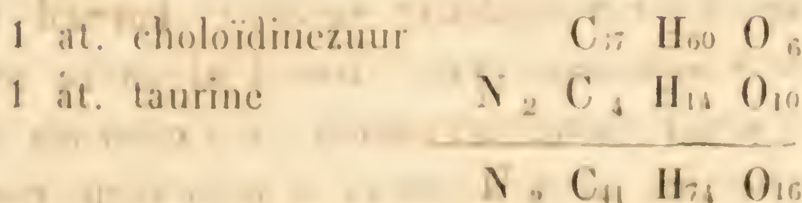
De gal gaat niet in rotting over, wanneer het slijm aan haar onttrokken is; in de hitte zwelt het choleïnezuur op, verbrandt met eene sterke, veel roet gevende vlam, en laat eene volumineuse kool achter. Zoo de waterige oplossing van het choleïnezuur met zoutzuur, zwavelzuur of phosphorzuur gekookt wordt, dan ontstaat er taurine en eene met galhars overeenkomstige zelfstandigheid, choloïdinezuur volgens Demarçay. Volgens de formule van choleïnezuur van Demarçay, kan, zoo als Löwig aanmerkt, worden aangenomen, dat:



1 at. choleïnezuur $N_2\ C_{41}\ H_{66}\ O_{12}$
\+ 4 at. water . . $H_8\ O_4$

$N_2\ C_{41}\ H_{74}\ O_{16}$

vormen:



1 at. choloïdinezuur $C_{37}\ H_{60}\ O_6$
1 at. taurine $N_2\ C_4\ H_{14}\ O_{10}$

$N_2\ C_{41}\ H_{74}\ O_{16}$

Het choloïdinezuur, waarvan de wijze, waarop het wordt verkregen, en de zamenstelling boven zijn opgegeven, is kleurloos, zeer bitter, onoplosbaar in aether, moeijelijk in water en gemakkelijk in wijngeest oplosbaar; het ontleedt de koolzure zouten, en vormt met de bases in wijngeest moeijelijk oplosbare zure zouten. Alle zouten van dit zuur worden door water gemakkelijk in zure en basische gescheiden.

Bijtende loogen ontleden het choleïnezuur in cholzuur en ammonia.

De nieuwste analyse der gal is eene tweede, die door Berzelius is ondernomen. Als hoofdbestanddeel der gal beschouwt hij, even als vroeger, eene eigenaardige electro-negative zelfstandigheid, welke hij biline noemt. De biline is zeer veranderlijk; door zuren wordt zij in vijf andere stoffen omgezet: fellinezuur, cholinezuur, taurine, dyslysine en ammonia. Deze veranderingen, bovenal de vorming van felline- en cholinezuur, hebben reeds van zelve in de gal en nog in het levende ligchaam plaats; zij geschieden echter onder verschillende omstandigheden op eene veel uitgebreidere schaal, en kunnen ook wel geheel en al achterwege blijven. Wanneer de gal lang bewaard wordt, ontstaan er bovendien nog twee nieuwe zuren, cholanzuur en fellanzuur. Datgene, hetwelk hij vroeger zelfs als galstof beschreef, zoude, even als het choleïnezuur van Demarçay, een mengsel zijn van biline met fellinezuur en cholinezuur. Wat het cholzuur aangaat, zoo bevestigt Berzelius de opgave van Demarçay, dat het namelijk uit de galstof door koken met alkaliën gevormd wordt. Behalve de genoemde stoffen onderscheidt Berzelius eindelijk nog twee pigmenten, biliverdine en bilifulvine, en eenige eigenaardige extractiefstoffen.

Ter bereiding der biline geeft Berzelius de volgende twee methoden op: 1. Versche ossengal wordt, nadat het slijm door azijn-

zoodanige stof aan, een harsachtig ligchaam, dat in verbinding met loogzout eene zeep vormde, en ook Berzelius stelde bij eene vroegere analyse eene eenvoudige galstof daar, die zich met delfstoffelijke zuren tot een ligchaam verbond, hetwelk in eene overmaat van zuur onoplosbaar was. Nadat nieuwere onderzoekingen uit de gal een groot aantal van stoffen, wel meer als producten dan als educten, hebben doen kennen, is men thans nagenoeg weder op weg om tot de vroegere beschouwingswijze terug te keeren (1).

Thénard sloeg door middel van azijnzuur loodoxyde eene zelfstandigheid neder, welke met salpeterzuur van het loodoxyde werd gescheiden, de galhars, eene groene, harsachtige stof, die in water weinig, maar in alkohol volkomen oplosbaar was. Uit de vloeistof, waaruit deze zelfstandigheid was nedergeslagen, sloeg loodazijn nog eene andere stof neder, welke, nadat het loodoxyde door zwavelwaterstof was verwijderd, in alkohol en water werd opgelost, die eenen zoetachtig bitteren smaak bezat, en daarom den naam van picromel verkreeg. In hare waterige oplossing loste zich de galhars op, en er liet zich op die wijze weder eene soort van gal voortbrengen. Bovendien vond Thénard nog eene gele zelfstandigheid, het pigment, dat vooral in de ossengal dikwijls overvloedig voorkomt en concrementen vormt.

Door Gmelin's beroemde analyse der ossengal werd aangetoond, dat Thénard's galhars nog picromel en zijne picromel nog galhars bevatte, en dat de zuivere galsniker door loodazijn niet werd nedergeslagen. De gele kleurstof onderzocht Gmelin naauwkeuriger, en hij vond bovendien nog twee eigenaardige bestanddeelen, die in kristalachtigen toestand verkregen werden, namelijk taurine en cholzuur, benevens eenige minder wezenlijke extractaardige zelfstandigheden. De galhars van Gmelin is lichtbruin en doorschijnend, in de koude broos; zij smelt bij eenige graden boven de 100, is gemakkelijk in alkohol oplosbaar, daarentegen onoplosbaar in water, in zuiveren aether en verdunde zuren. De picromel is kleur- en reukloos, en bezit eenen lang voortdurenden zoeten smaak met een spoor van bitter; zij is stikstofhoudend, gemakkelijk in water en alkokol oplosbaar, ook in zamengedrongene zuren, maar niet in zuiveren aether. Taurine, eene stikstofhoudende zelfstandig-

(1) Verg. de noot op pag. 101. Vert.

heid, vormt groote, kleurlooze, doorschijnende kristallen, zeszijdige prismen met vier- of zeszijdig toegespitste puntjes; zij knarsen tusschen de tanden, smaken scherp, niet zoet noch zoutachtig, reageren noch zuur noch alkalisch, en worden in de lucht niet veranderd. Zij worden in $15\frac{1}{2}$ deelen koud en nog gemakkelijker in kokend water opgelost; in alkohol zijn zij nagenoeg onoplosbaar. Alkaliën, met taurine verwarmd, ontwikkelen ammonia. Volgens de analyse van DEMARÇAY bestaat de taurine uit $N_2\ C_4\ H_{14}\ O_{10}$, en kan daarom, volgens LÖWIG, als eene verbinding van zuringzure ammonia met water, of van blaauwstof, zuringzuur en water of van oxamide, zuringzuur en water beschouwd worden (1). Het cholzuur is eene stikstofhoudende, in fijne naaldjes kristalliserende stof, welke in koud water nagenoeg niet, in kokend water weinig, maar in alkohol gemakkelijk oplosbaar is; zij is sterker dan piszuur, en ontleedt de koolzure loogen. Volgens DUMAS en PELOUSE is zij zamengesteld uit $C_{42}\ H_{72}\ O_{10}$, en zoude diensvolgens stikstofvrij zijn. De kleurstof heeft zich uit normale gal nog niet laten afscheiden. GMELIN onderzocht haar aan de bovengenoemde galsteenen; zij lost zich het gemakkelijkst in potaschhydraat op, en wordt daaruit door zoutzuur in dikke, donkergroene vlokken nedergeslagen. Wanneer men er allengs salpeterzuur bijvoegt, dan wordt de oplossing der kleurstof eerst groen, vervolgens blaauw, violet, rood, eindelijk na eenigen tijd geel. Door deze reactiën herkent men ook de aanwezigheid van galpigment in andere dierlijke vloeistoffen, in serum, urine, bloedvocht, enz. Chloor brengt dezelfde opvolgende kleurverandering te weeg, maar minder levendig.

DEMARÇAY noemde de bittere bestanddeelen der gal, die in water oplosbaar waren, choleïnezuur, en houdt de gal voor eene zeep, die uit dit zuur en soda bestaat. Zoo de gal met een ander zuur wordt ontleed, dan ontstaat er een sodazout en het choleïnezuur wordt afgescheiden. Azijnzuur-loodoxyde brengt eenen nederslag voort, welke uit het zuur der gal en loodoxyde bestaat. Het door zuren of loodzouten afgescheidene choleïnezuur geeft met soda verbonden een zout, dat met de gal geheel en al overeenkomt. DEMARÇAY gaf de methode aan, langs welke het choleïnezuur in taurine, galhars of cholzuur veranderd kan worden. De picromel is volgens

(1) REDTENBACHER toonde er 25, 5 pCt. zwavel in aan. VERT.

De haematine verbrandt, zonder te smelten en op te zwellen, met eenen reuk naar hoorn; bij de drooge destillatie levert zij ammoniakale stoffen; door zamengedrongene minerale zuren wordt zij ontleed.

---

en er wordt sulphas ferri in de vloeistof bespeurd. Op deze wijze kan men al het ijzer oplossen en de organische elementen C_{44} H_{44} O_6 N_6 te zamen verbonden verkrijgen. Het ijzer is niet los, maar zelfs zeer innig met deze vier organische elementen verbonden, zoo zelfs, dat goed bereide haematine (bereid volgens de wijze van BERZELIUS boven opgegeven) vele dagen met verdund zout- of zwavelzuur kan digereren, zonder dat de hoeveelheid ijzer in het minst verminderde. Zoodanig behandelde haematine gaf MULDER na de verbranding nog 9,49 pCt. ijzer-oxyde, hetgeen steeds de hoeveelheid is, die van goed bereide haematine bij de verbranding overblijft. Het is dus onjuist, dat men het ijzer anders uit het bloed kan wegnemen, dan door tevens den aard der kleurstof geheel te veranderen. LIEBIG grondt zich op de waarneming, dat men uit gedroogd bloed door verdunde zuren ijzer kan oplossen. Maar ook in andere bestanddeelen des bloeds komt ijzer voor, behalve in de kleurstof. Zuiver serum laat, even als kippen-eiwit, na verbranding eene ijzerhoudende asch na. Het is dit ijzer-oxyde, hetwelk verdunde zuren uit gedroogd bloed kunnen uittrekken, geenszins dat der kleurstof, zoo als LIEBIG meent (z. *Dierlijke Scheikunde*, Nederduitsche uitgave van Dr. DONDERS, bladz. 235).

In de kleurstof, zoo als die zuiver verkregen wordt, moet men zich het ijzer voorstellen, als in den toestand, waarin het in het arterieuse bloed verkeert. Hierin kan het nu óf zoo zeer geoxydeerd wezen, als het zijn kan, Fe^2 O^3 (ijzerzuur van FREMY zal men daarin niet vooronderstellen) óf als organisch bestanddeel met C H N O verbonden, en dus niet als oxyde, maar als ijzer.

Bij de gemakkelijke veranderlijkheid, die LIEBIG in dit ijzer aanneemt van carbonas protoxydi ferri in deutoxydum (bij de verandering van veneus in arterieus bloed) en omgekeerd, moest men van de kleurstof al het ijzer door een slap zuur kunnen uittrekken, hetgeen in het minst, zoo als wij zoo even zagen, het geval niet is. De beurtelingsche verandering van het ijzer is daarom onmogelijk. Maar daarenboven is er volgens MULDER nog eene andere reden, welke ontegenzeggelijk bewijst, dat het ijzer in de kleurstof, aan de lucht bereid, en dus in den toestand, waarin het in slagaderlijk bloed voorkomt, niet als deutoxyde aanwezig is, want de kleurstof wordt vooreerst door sterk zwavelzuur van ijzer onder ontwikkeling van hydrogenium bevrijd, hetgeen niet geschieden kan, als er Fe^2 O_3 in wordt aangetroffen; ten andere blijven er, wanneer al het ijzer verwijderd wordt, van C^{44} H^{44} N^6 O^6 Fe over C^{44} H^{44} N^6 O^6, terwijl er $O^{4\frac{1}{2}}$ overblijven moest, indien werkelijk Fe^2 O^3 met 2 (C^{44} H^{44} N^6 $O^{4\frac{1}{2}}$) waren verbonden.

MULDER houdt het daarom voor uitgemaakt, dat niet Fe^2 O^3 in de kleurstof voorkomen kan, maar dit ijzer hierin even zoo wordt gevonden, als het jodium in spons, als zwavel in cystina, of nog liever als het arsenicum in het cacodyl. Verg. *Physiol. Scheikunde*, bladz. 364 en volg. VERT.

Met verdunde minerale zuren vormt de haematine, zoo als vermeld is, in water onoplosbare verbindingen, die in alkohol oplosbaar zijn, en uit dezen door water worden nedergeslagen. 100 deelen drooge haematine slorpen 13,25 tot 12,71 zoutzuurgas op, en stooten verhit de helft weder uit, zoodat in het laatste geval op 2 atomen haematine $1\frac{1}{2}$ atomen zoutzuur komen. Chloor verbindt zich met drooge haematine, zonder ontleding, tot eene donkergroene, in wijngeest oplosbare zelfstandigheid. De oplossing in wijngeest wordt door zuren en alkaliën niet veranderd, door zwavelwaterstof en ammonia in de warmte roodgekleurd. Volgens Mulder kan deze stof als eene verbinding van 1 atoom haematine met 12 atomen chloor beschouwd worden. Zoo chloorgas in verbinding met haematine komt, die in water is opgelost of opgehangen, dan wordt de haematine ontkleurd. Het ijzer wordt in verbinding met zoutzuur nedergeslagen; een gedeelte der chloor verbindt zich met de zuurstof van het water tot chlorigzuur, en vereenigt zich met de haematine. De chlorigzure haematine scheidt zich in vlokken af; de analyse derzelve gaf $C_{44}\ H_{44}\ N_6\ O_6 + 6\ (Chl_2\ O_3)$ of 1 atoom haematine, waarin de plaats van het ijzer door 6 atomen chlorigzuur vervangen is. De verbinding is onoplosbaar in water, maar wordt in alkohol en aether opgelost. Potasch, soda en waterige ammonia lossen de haematine met eene donkere, bloedroode kleur op; de verbindingen zijn in water, wijngeest en aether oplosbaar; ook koolzure alkaliën lossen de haematine op. Mulder heeft verbindingen van haar met zilver-, lood- en koperoxyde daargesteld.

Over de invloeden, die de kleur van het bloed in licht en donker veranderen, kan eerst later bij de beschrijving der bloedbolletjes sprake zijn.

V. DE EIGENAARDIGE BESTANDDEELEN DER GAL.

Ik plaats hier de zelfstandigheden bij elkander, die behalve de algemeen verspreide (eiwit, kaasstof, extractiefstof, vet, zouten) en het zoogenaamde slijm (epithelium) der galblaas, in de gal gevonden zijn, in de hoop, dat de verschillende bestanddeelen zich mettertijd als wijzigingen van eene en dezelfde wezenlijke galstof zullen doen kennen. De oudere scheikundigen namen eene

zuur is afgescheiden, met azijnzuur-loodoxyde nedergeslagen; de gele nederslag, die uit verbindingen der kleurstoffen en vetzuren met loodoxyde bestaat, wordt door doorzijging van de vloeistof gescheiden, en de vloeistof met basisch azijnzuur-loodoxyde nedergeslagen. De nederslag bevat de zuren der gal, met een gedeelte biline. Het grootste gedeelte blijft opgelost en wordt, nadat door zwavelwaterstof het overmatige lood is nedergeslagen, tot droogte toe uitgedampt. Deze biline is met kristallen van azijnzure soda vermengd, en is dat, wat vroeger galsuiker genoemd werd. 2. Gedroogde ossengal wordt door aether van vet bevrijd, in alkohol opgelost, waarbij het slijm en de zouten achterblijven, dan met chloorbarium ontleed, dat de biliverdine nederslaat, en vervolgens met barytwater vermengd, waardoor de andere kleurstof wordt nedergeslagen. Daarna wordt de uitgedroogde massa weder in alkohol opgelost en met verdund zwavelzuur ontleed, zoo lang als er nog zwavelzure zouten van de in de vloeistof bevatte bases nedergeslagen worden. Om het zwavelzuur en de vetzuren te binden, wordt er alsdan koolzuur loodoxyde bijgemengd, en het opgeloste lood met zwavelwaterstof afgescheiden. De achterblijvende massa bestaat uit biline en fellinezuur; zij wordt in water opgelost, en met loodoxyde getrokken, waardoor er een pleisterachtig mengsel van fellinezuur en cholinezuur loodoxyde en biline gevormd wordt, terwijl het grootste gedeelte der biline opgelost blijft en door verdamping in gedroogden toestand wordt verkregen.

De biline is eene heldere, kleurlooze, niet kristalachtige massa, zonder reuk, van een bitteren en onbepaalden zoetachtigen smaak, is in water en alkohol gemakkelijk oplosbaar, maar niet in aether. Hare oplossing in water wordt door zuren niet nedergeslagen, ook niet door looistof; chloor, loogen, aard- en metaalzouten slaan haar ook niet neder; zoo zij echter met veel potaschhydraat of met koolzure potasch vermengd wordt, dan scheidt er zich eene in de alkalische vloeistof onoplosbare verbinding van potasch met biline af, die in alkohol oplosbaar is. Hieruit volgt, dat de biline zich met oxyden verbindt, dat echter door de oplosbaarheid der verbindingen in water de reactiën uitblijven. Men kan door eene biline-oplossing zeer lang chloor leiden, zonder dat er eene verandering ontstaat. Bij eene temperatuur van 60° wordt

echter de biline door het pasgevormde zoutzuur voor een gedeelte in fellinezuur en cholinezuur veranderd. Uit de tot droogwordens toe uitgedampte massa verkrijgt men taurine.

De biline bezit eene zoo groote neiging, om zich in een zuur ligchaam te veranderen, dat zij reeds gedurende de verdamping op lakmoes zuur begint te reageren. Deze neiging neemt buitengemeen toe door bijvoeging van zuren, voornamelijk bij verhoogden warmtegraad. De minerale zuren veranderen de biline volkomen, zoo dat er niets onveranderd overblijft, en slaan de producten der omzetting grootendeels neder. De plantenzuren bewerken slechts eene onvolkomene metamorphose, en houden de producten opgelost. Bij deze metamorphose wordt de biline, zoo als vermeld is, in vijf zelfstandigheden ontleed. Vooreerst scheidt er zich, wanneer de biline in verdund zoutzuur opgelost en daarmede gedurende eenigen tijd gedigereerd wordt, eene gele, olieachtige zelfstandigheid af, een mengsel van biline met fellinezuur en cholinezuur, dezelfde zuren, die, bij de bereiding der biline uit de gal door middel van loodoxyde, als een pleisterachtig mengsel nedergeslagen worden. Zet men de digestie met het zuur voort, dan verandert zich ook dit olieachtig ligchaam allengs, en er wordt eene harsachtige stof nedergeslagen. De biline is nu geheel en al verdwenen; de vloeistof bevat ammonia en taurine opgelost; de harsachtige stof (GMELIN's galhars, DEMARÇAY's choloïdinezuur) bestaat uit cholinezuur, fellinezuur, en eene nieuwe harsachtige stof, de dyslysine. Door kouden alkohol worden de beide eersten uitgetrokken. De dyslysine blijft als eene harsachtige massa achter; in kokenden alkohol lost zij zich moeijelijk op, en zet zich daaruit, bij de verkoeling en uitdamping, als eene witte aardachtige massa af. Zij is tot nog toe niet nader onderzocht.

De beide in alkohol opgeloste zuren worden van elkander gescheiden, doordien men de alkoholische oplossing met verdunde ammonia verzadigt, en door uitdamping concentreert; daarbij zet zich de cholinezure ammonia als eene harde massa af; de fellinezure ammonia blijft opgelost.

Uit de fellinezure ammonia wordt door zoutzuur het fellinezuur in sneeuwwitte vlokken nedergeslagen, die bij uitdrooging wit blijven. De nog overblijvende biline blijft vast met hetzelve

verbonden, en wordt door lang voortgezet afwasschen verwijderd. Het fellinezuur laat zich gemakkelijk tot poeder brengen, is reukloos, van eenen bitteren smaak; het smelt boven + 100°, ontvlamt bij eene sterkere verhitting, en verbrandt als eene hars, met achterlating eener opgezwollene kool, die zonder iets over te laten verbrandt. In water lost het zich op het kookpunt in eene zekere hoeveelheid op; in alkohol, ook in verdunden, is het gemakkelijk oplosbaar. Aether lost het gemakkelijker dan water, maar moeijelijker dan alkohol op. De oplossingen kleuren lakmoespapier rood en smaken zuiver bitter. Met alkaliën vormt het fellinezuur zouten, die in water en alkohol oplosbaar en in aether onoplosbaar zijn; zij worden door eene overmaat van bijtende of koolzure loog nedergeslagen in den vorm eener pleisterachtige massa.

Om het cholinezuur zuiver te verkrijgen, wordt de genoemde ammonia-verbinding met verdund zoutzuur behandeld, het zuur scheidt zich dan in witte, ligte vlokken af, welke op het filtrum onder het droogen tot eene bruine, broze massa ineenloopen, die gemakkelijk tot poeder is te brengen; het is ligt smeltbaar, in water onoplosbaar, oplosbaar in aether en zeer gemakkelijk in alkohol; koolzure loogen verbinden er zich mede; de verbinding is in water slechts weinig oplosbaar, maar wordt gemakkelijk in alkohol opgelost. Het barytzout vormt eenen nederslag, die niet ineenloopt.

De verbinding van het choline- en fellinezuur met biline, welke zich door de ontleding der biline reeds in de versche gal vormt, en welke, zoo als bij de bereiding der biline reeds is opgegeven, door loodoxyde wordt nedergeslagen, noemt Berzelius bilifellinezuur. Het mengsel toch verhoudt zich, zoo als het schijnt, als een zuur, en kan met bases verbonden worden, echter zoo, dat een gedeelte der biline door oververzadiging wordt afgescheiden. Het is waarschijnlijk, dat het fellinezuur, misschien ook het cholinezuur, zich in twee verhoudingen met de biline scheikundig verbinden. Zoo namelijk het uit de gal door loodoxyde nedergeslagene bilifellinezuur met koolzure potasch gedigereerd wordt, en de daardoor gevormde oplosbare bilifellinezure potasch met verdund zwavelzuur wordt ontleed, dan scheidt zich het bilifellinezuur, dat in zure vloeistoffen onoplosbaar is, als eene weeke, pleisterachtige massa af, welke men als eene verbinding van felline- en choline-

zuur met een minimum van biline beschouwen kan. Aether onttrekt aan deze verbinding een gedeelte felline- en cholinezuur, en er blijft eene dikke vloeistof onopgelost, die de verbinding van felline- en cholinezuur met een maximum van biline daarstelt. Door digestie met loodoxyde wordt deze verbinding weder ontleed in zuivere biline en in bilifellinezuur met een minimum van biline, dat zich alsdan met het loodoxyde tot de vermelde pleisterachtige massa verbindt. Nogmaals kan door potasch het loodoxyde worden verdrongen en aan het door zwavelzuur afgescheidene bilifellinezuur door middel van aether een gedeelte van het zuur onttrokken worden, en zoo voort, zoo lang er iets overblijft. Berzelius vermoedt, dat de aan biline rijkere verbinding met de bases onzijdige zouten vormt en dat deze zouten in de gal bevat zijn, dat daarentegen het bilifellinezuur met een minimum van biline slechts kunstmatig door den invloed der reagentia wordt voortgebragt.

Het bilifellinezuur wordt niet door azijnzuur nedergeslagen en gemakkelijk door azijnzure potasch en soda opgelost. In dit opzigt alleen onderscheidt het zich van Demarçay's choleïnezuur, en Berzelius besluit daaruit, dat het laatste eene overmaat van felline- en cholinezuur bevat heeft.

In de verdikte gal, zoo als zij in de apotheken bewaard wordt, gaat de metamorphose gestadig voort; de biline wordt daardoor steeds verminderd, en er ontstaan, behalve de tot nog toe beschrevene producten, het door Berzelius zoogenoemde cholanezuur en het fellanezuur, welke uit de versche gal tot nog toe niet zijn verkregen. Het cholanezuur wordt in verbinding met fellanezuur door azijnzuur als eene pleisterachtige massa nedergeslagen, de nederslag in verdunde bijtende potasch opgelost en daarmede verdampt. Het overblijvende wordt in water gekookt, waarbij het cholanezuur als een witte nederslag zich afscheidt; het stelt eene witte, aardachtig aanvoelende, afkleurende, reuk- en smaaklooze massa daar, die eerst ver over de 100° smelt, en als eene hars verbrandt; het wordt nagenoeg niet in water opgelost, moeijelijk in kouden alkohol en aether, gemakkelijker in warmen alkohol. Het is een zwak zuur, maar ontleedt desniettemin de koolzure loogen.

Het fellanezuur blijft in de vloeistof over, uit welke het cholanezuur is verwijderd geworden. Door zoutzuur wordt uit het ver-

dikte overblijfsel eene pleisterachtige massa afgescheiden, uit welke door aether het fellanezuur wordt uitgetrokken; het wordt in fijne kristalachtige naaldjes nedergeslagen. Door zuren uit de oplossing zijner zouten nedergeslagen, vormt het witte vlokken, die na het droogen wit en aardachtig zijn, en bij eenen geringen warmtegraad smelten. In kokend water wordt het in eene tamelijke hoeveelheid opgelost; in alkohol is het gemakkelijk oplosbaar, uit welke oplossing het bij de verdamping in kristalachtige prismata wordt nedergeslagen.

Wij hebben nu nog de beide zelfstandigheden te beschouwen, welke Berzelius voor de kleurende bestanddeelen der gal houdt, de biliverdine en bilifulvine.

De biliverdine wordt verkregen, wanneer men eene oplossing van gedroogde gal in alkohol met eene oplossing van chloorbarium vermengt. Er ontstaat een donkergroene nederslag van biliverdine-baryt, uit welken door middel van verdund zoutzuur de zwaar-aarde wordt uitgetrokken. De achterblijvende biliverdine wordt door oplossing in alkohol gezuiverd en blijft na zijne verdamping over. Zij is eene glinsterende, groenbruine, smaak- en reukblooze stof, onoplosbaar in water, gemakkelijk oplosbaar in loogen, en wordt uit de alkalische oplossing door zuren in groene vlokken nedergeslagen. In zoutzuur lost zij zich met eene schoone groene kleur op, in azijnzuur met eene roode; zij bevat geene stikstof. De biliverdine der ossengal schijnt met het chlorophyllum der planten identisch te zijn (1). In de gal van vleeschetende dieren bezit zij geheel andere eigenschappen, of zij is daarin met nog eene andere kleurstof verbonden, van welke men haar nog niet heeft afgescheiden. Menschen- en hondengal verhouden zich jegens salpeterzuur en andere reagentia even als het boven beschrevene galpigment van Gmelin.

Bilifulvine noemt Berzelius eene gekristalliseerde, roodgele zelfstandigheid, die hij uit de verdikte ossengal verkreeg en nog voor problematisch houdt.

---

(1) Platner heeft dit ontkent, omdat zij stikstof bevat. Volgens Mulder's analyse bevat het bladgroen echter evenzeer stikstof. Verg. Berzelius, *Jahresbericht*. XXV, 893 en Mulder, *Physiol. Scheikunde*, bl. 301.

Vert.

In hoeverre de resultaten dezer analyse op de menschengal zijn toe te passen, is nog twijfelachtig. GMELIN vond in de laatste, als eigendommelijke bestanddeelen, galhars, picromel en pigment. FROMHERZ en GUGERT, welke de menschelijke gal op een geheel en al overeenkomstige wijze onderzochten, verkregen soortgelijke stoffen, namelijk galhars, picromel, cholzuur (doch niet gekristalliseerd) en kleurstof (1).

---

(1) Na deze nieuwe ontleding van BERZELIUS is de gal het onderwerp geworden van eenen vrij levendigen strijd. KEMP (*Journ. f. pr. Chemie*, XXVIII, 154) heeft den strijd aangevangen door de resultaten van eenige onderzoekingen mede te deelen, waardoor hij meende te bewijzen, dat de gal hoofdzakelijk uit eene oplossing van een sodazout gevormd was, waarvan het zuur een organisch, namelijk *gal-zuur* zoude zijn. Door behandeling met alkohol en aether verwijderde hij het slijm, vet en de in alkohol onoplosbare zouten, en bepaalde, nadat het praeparaat tot droogwordens toe was uitgedampt, door verbranding de hoeveelheid koolstof en waterstof. Op deze wijze heeft hij van de op verschillende wijzen bereide stof 58,46—58,8 pCt. koolstof en 8,3—8,81 pCt. waterstof verkregen, en door aschvorming in een open vat 11,16 pCt. koolzure soda en 0,54 pCt. keukenzout. Zoo men er de soda en het keukenzout aftrekt, dan blijven er 64,85 pCt. koolstof en 9,4 pCt. waterstof over. Men vond bovendien nog 3,4—3,7 pCt. stikstof. Dit galzuur van KEMP verschilt, volgens hem, van de biline van BERZELIUS, omdat koolzuur het niet van de soda scheidt, waarvan hij zich overtuigd heeft door eenen stroom koolzuur te voeren door de alkoholische oplossing van de verbinding van dit zuur met de soda, waardoor geen nederslag van koolzure soda gevormd werd; het is ook niet de galhars van THENARD, omdat het in water oplosbaar is, noch ook het choleïnezuur van DEMARÇAY, omdat dit uit de oplossing van het sodazout door zuren, zelfs door zwakke plantaardige, wordt nedergeslagen. Steunende op deze onderzoekingen van KEMP, heeft ook LIEBIG beweerd (*Ann. d. Chem. u. Pharm.* XLVII. 1), dat de gal hoofdzakelijk uit eene verbinding van soda met een enkel zuur, het galzuur, bestaat. Deze laatste meent echter, dat dit galzuur overeenkomt met het choleïnezuur van DEMARÇAY en het bilifellinezuur van BERZELIUS. Om het galzuur te verkrijgen dampte hij de gal uit, loste het overblijvende in alkohol op, verwijderde de kleurstof door middel van dierlijke kool, verhitte de oplossing tot aan het kookpunt, en voegde er ⅛ van het gewigt der gal aan zuringzuur bij, die de soda nederslaat; bij de verkoeling zette de vloeistof nog een weinig sodazout af. Daarna liet hij de vloeistof met koolzuur loodverzuursel trekken, om het overtollige zuringzuur weg te nemen, sloeg het opgeloste lood met zwavelwaterstof neder, zeeg haar door, en verdampte de vloeistof tot droogwordens toe. Het overblijvende is, volgens hem, galzuur. Ook op eene andere wijze verkreeg hij hetzelve door oplossing der gal in watervrijen alkohol, welke oplossing hij sterk afkoelde en met droog zoutzuurgas verzadigde, dat het keukenzout nederslaat; hetgeen er van dit zout overbleef, verwij-

Zoo lang de bestanddeelen der gal met geene meerdere zekerheid gekend en bereid kunnen worden, blijft het steeds moeijelijk

derde hij door het vocht met aether te vermengen, door te zijgen en op een zandbad uit te dampen, tot dat het grootste deel van het zoutzuur was ontweken; bij het overblijvende voegde hij water, dat het in twee lagen scheidde, waarvan de zwaarste het galzuur bevatte, dat in alkohol werd opgelost en met fijn verdeeld loodverzuursel vermengd, tot dat de vloeistof lood in opgelosten toestand bezat, dat na doorzijging door zwavelwaterstof werd verwijderd, en waarna de overgeblevene vloeistof tot droogwordens toe werd uitgedampt. Het is dit ligchaam, dat, volgens LIEBIG, met de soda verbonden, het eigenaardige bestanddeel der gal daarstelt. De biline van BERZELIUS is volgens hem niets anders dan galzure soda, en de overige door BERZELIUS in de gal beschrevene zuren vormen, volgens hem, geene eigendommelijke ligchamen. Dat het galzuur van KEMP van het choleïnezuur van DEMARÇAY verschilt, was echter reeds vroeger door KEMP aangetoond en werd later door hem tegenover LIEBIG volgehouden. Daarna hebben THEYER en SCHLOSSER (*Ann. d. Chem. u. Pharmacie*, XLVIII, 47) in het laboratorium van LIEBIG onderzoekingen in het werk gesteld en bekend gemaakt, die tot hetzelfde resultaat als dat van LIEBIG hebben geleid, namelijk dat de galhars van THÉNARD, het galzuur van KEMP, de galsuiker van GMELIN, het choleïnezuur van DEMARÇAY en hetgeen BERZELIUS bilifellinezuur en biline genoemd heeft, dit laatste buiten verbinding met soda voorstellende, slechts verschillende namen voor een en hetzelfde ligchaam zijn. Hunne latere onderzoekingen hebben hen echter, behalve het bilifellinezuur, toch ook nog andere bestanddeelen fellinezuur, dyslysine en cholzuur doen erkennen.

Tegen dit alles heeft BERZELIUS zijne onderzoekingen verdedigd tegenover KEMP, door hem aan te toonen, dat hij wel de hoeveelheden koolstof, waterstof en stikstof heeft opgegeven, uit welke de in alkohol oplosbare zelfstandigheden bestonden, welke met aether van de hierin oplosbare stoffen waren bevrijd; maar dat hij geenszins heeft uitgemaakt, of zij van ééne of van meerdere verschillende stoffen afkomstig zijn. Verder tegenover LIEBIG, door op te merken, dat hij bij de eerste wijze, waarop hij het galzuur bereidde, op de overige in alkohol oplosbare bestanddeelen der gal geen acht heeft geslagen, en dat bij de tweede wijze van bereiding de invloed, welke het zoutzuur op de bestanddeelen der gal uitoefent, door de vorming van salmiak, taurine en harsige zuren, geheel en al aan zijne aandacht is outsnapt. Ook was BERZELIUS in de gelegenheid, om eenig in het laboratorium van LIEBIG bereid galzuur te onderzoeken en daaruit, behalve sporen van cholestearine en fellinezuur, ook cholinezuur, biline en bilifellinezuur op de gewone wijze af te scheiden (z. *Rapport annuel*, 1845, p. 380). Tegenover THEYER en SCHLOSSER heeft hij de resultaten van zijn onderzoek verdedigd, door hen te herinneren, dat zij, hoewel zij biline en bilifellinezuur voor identisch verklaren, de eenvoudige proef hebben vergeten in het werk te stellen, waardoor zij zich konden hebben verzekerd, of de door hen verkregene zelfstandigheid biline, dan wel bilifellinezuur was, door haar in water op te lossen, en hierbij zwavelzuur

uit te maken, of zij alle, of enkele derzelve, ook in andere vloeistoffen, voornamelijk in het bloed, voorkomen. Dat de kleurstof in het bloed bevat kan zijn, wordt reeds waarschijnlijk door de gele kleur der huid en van alle afgescheidene vloeistoffen bij leverziekten. Of zij hier in het bloed teruggehouden, of door de bloed- en watervaten uit de lever opgeslorpt zij, is eene physiologische vraag, over welke ik op eene andere plaats verder zal uitweiden. Intusschen mag toch reeds voorloopig worden aangemerkt,

---

te mengen, waardoor niet de biline, maar wel het bilifellinezuur wordt nedergeslagen. Verg. *Jahresbericht* van BERZELIUS, 25ᵉʳ Jahrg. S. 890.

MULDER heeft thans (in de *Holländische Beiträge zu den anatomischen u. physiologischen Wischenschaften*, herausgegeben von Dr. J. VAN DEEN Dr. F. C. DONDERS u. Dr. JAC. MOLESCHOTT, Bd. I, Heft. 1, S. 103) voorloopig eenige resultaten van zijn onderzoek der gal medegedeeld. Veel van hetgeen door BERZELIUS beweerd is, wordt er door bevestigd. Vooreerst dat gedroogde gal, die eenige dagen oud is, en versche van elkander zeer verschillende ligchamen zijn. Die beide voor identisch houdt, zegt MULDER, heeft niet beide onderzocht. De gedroogde gal, die eenige dagen oud is, wordt door basische loodzouten niet geheel en al, maar toch voor het grootste gedeelte nedergeslagen, de versche gal voor het grootste gedeelte niet. Wanneer men hetgeen uit de versche gal niet wordt nedergeslagen, van lood bevrijdt en uitdampt, dan ondergaat het eene verandering en kan voor een gedeelte weder op nieuw door basische loodzouten worden nedergeslagen. Door dit eenvoudige feit wordt de uitspraak van BERZELIUS omtrent de *biline* bevestigd, en er volgt daaruit, dat men de versche gal geenszins voor choleïnezure soda houden mag. Die de biline ontkent, heeft geene versche gal volgens eene methode onderzocht, langs welke dit niet te miskennen ligchaam kan gevonden worden. Door basisch azijnzuur lood gaat het geene verbinding met loodoxyde aan, en laat zich alzoo met het choleïnezuur niet verwisselen; in de versche gal vormt het het hoofdbestanddeel. In niet volkomen versche gal, die uitgedampt, in alkohol opgelost, door dierlijke kool ontkleurd en met aether behandeld is, bevindt zich hoofdzakelijk *één* ligchaam, het *bilifellinezuur* van BERZELIUS. De zamenstelling van dit ligchaam is door de scheikundigen, die zich met de gal hebben bezig gehouden, verkeerd opgegeven, omdat zij steeds hunne onderzoekingen met eene bij 100° gedroogde zelfstandigheid hebben in het werk gesteld. Als resultaat van vele analysen geeft MULDER de formule $C_{52}\ H_{84}\ N_2\ O_{12}$ ($C = 75,12$) op en het aequivalent gewigt $= 5807,44$, zoo als dit uit de analysen van bij 130° goed gedroogde loodzouten blijkt. MULDER houdt zich voortdurend met het onderzoek der versche gal bezig; zooveel is echter thans reeds bij hem uitgemaakt, dat de door BERZELIUS in het werk gestelde onderzoekingen der gal een waren grond bezitten, om de natuur der gal te leeren kennen. Z. t. a. p.

dat er met die der geelzucht geheel en al overeenkomstige verschijnselen, ook bij eene ongehinderde, ja zelfs vermeerderde galafscheiding, ontstaan in de zoogenaamde polycholie. CHEVREUL (1), LASSAIGNE (2), BRACONNOT (3) en LE CANU (4), hebben de kleurstof der gal in het bloed aangetoond. LE CANU (5) meent haar in gezond bloed gevonden te hebben, en SANSON (6) stelde haar uit het ossenbloed daar. DENIS (7) zegt zelfs, dat de hoeveelheid der kleurstof in het bloed, die ook hij met het galpigment voor identisch houdt, in gezond bloed dikwijls even zoo groot is, als in bloed van geelzuchtigen. SIMON (8) betwijfeld de identiteit dezer kleurstof, die hij bloedbruin of haemaphaeïne noemt, met de kleurstof der gal, daar gene niet de zoo eigenaardig kenmerkende opvolgende kleurverandering door salpeterzuur vertoont. Intusschen heeft J. VOGEL (9) aangetoond, dat deze reactie uitblijft of over het hoofd kan worden gezien, wanneer men er te veel salpeterzuur bijvoegt, daar zich dan het eiwit geel kleurt. COLLARD DE MARTIGNY wil ook galhars in het bloed van eenen geelzuchtige gevonden hebben (10).

Van de overige vloeistoffen bevat het serum der chyl volgens DENIS (11) geene kleurstof; daarentegen vond BRACONNOT haar in het slijm van waterzuchtigen. Uit de afgescheidene vloeistoffen van geelzucht-lijders is zij zeer dikwijls verkregen; hare aanwezigheid in de urine is bekend, en het salpeterzuur wordt als diagnostisch hulpmiddel op de urine bij geelzucht aangewend.

Welligt bevat ook het oorsmeer eene stof, die met het een

PLATNER heeft (*Ann. d. Chem. u. Pharmacie*, LI, 105) nog eene gekristalliseerde stof uit de gal beschreven, welke volgens BERZELIUS niets anders dan cholzuur kan geweest zijn. (Z. t. a. p. S. 893). VERT.

(1) *Journal de chim. méd.* 1825, p. 135.

(2) t. z. p. 1826, p. 264, 267.

(3. t. z. p. 1827, p. 480.

(4) *Nouv. recherch. sur le sang*, p. 33.

(5) t. z. p. pag. 15.

(6) *Etudes sur les matières colorantes du sang*, Paris 1835, p 11.

(7) *Essai*, p. 122.

(8) *Medicin. Chemie*, S. 331.

(9) R. WAGNER'S *Physiol.* S. 167.

(10) BERZELIUS, *Chemie*, IX, S. 106.

(11) t. a. p. pag. 131.

of ander bestanddeel der gal overeenkomt. Berzelius scheidde daaruit, nadat het vet door aether was uitgetrokken, door middel van alkohol eene geelbruine, in water oplosbare stof af, die na de verdamping der waterige oplossing als een donker geel, doorschijnend, zeer glinsterend vernis achterbleef. Zij is van eenen zeer bitteren en walgelijken smaak, wordt door onzijdig azijnzuur loodoxyde volkomen nedergeslagen, ook door tin-chlorure, daarentegen niet door sublimaat en niet van eenig belang door looizuur. Eberle, die op de overeenkomst der gal en het oorsmeer de opzaamheid vestigt (1), die allezins tot nog toe slechts eene uitwendige is, deelt gelijktijdig een merkwaardig geval mede, in hetwelk bij volkomene ontaarding der lever eene zeer rijkelijke afscheiding van oorsmeer plaats greep, na welker onderdrukking zich verschijnselen van geelzucht voordeden.

VI. PISSTOF EN PISZUUR.

1. PISSTOF.

De pisstof komt voor in de urine, in verbinding met melkzuur (Cap en Henry), ook in het bloed, vooral wanneer de urineafscheiding door de nieren is onderdrukt, en in andere uit het bloed afgescheidene vloeistoffen. Nysten (2) vond haar, na aanhoudende ischurie, in eene uitgebraakte vloeistof. Daarna ontdekten haar Prévost en Dumas in het bloed van dieren, aan welke de nieren, waren geëxstirpeerd. Talrijke waarnemingen hebben deze ontdekkingen bevestigd. Marchand (3) vond pisstof in het bloed van cholera-lijders, die gedurende verscheidene dagen geene urine hadden geloosd, en verder in de vloeistof, die een hond, wien de nieren onderbonden waren, had uitgebraakt. In de hydropische vloeistof bij menschen, die aan Bright'sche ontaarding der nieren leden, hebben Rayer en Guibourt (4), als ook Marchand (5), de pisstof aangetoond. Eindelijk stelde haar Marchand (6) ook uit het gezonde ossenbloed daar.

(1) *Verdauung*, S. 134.

(2) *Recherches de chimie et de physiologie pathologique*, Paris 1811. p. 281.

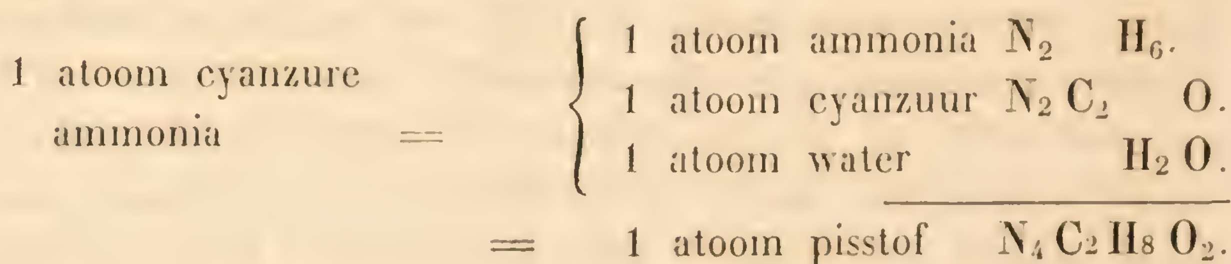
(3) Erdmann's *Journal*, 1837, XI. 449.

(4) Desire in *Gaz. med. de Paris*, Juill. 1836.

(5) Müller's *Archiv*, 1837, S. 440.

(6) Erdmann's *Journal*, 1838. XIV, S. 500

De pisstof wordt uit de urine verkregen door middel van salpeterzuur of zuringzuur; de urine wordt tot de dikte eener siroop uitgedampt en met salpeterzuur vermengd; bij de verkoeling kristalliseert de salpeterzure pisstof in geelachtige blaadjes, die men door eene herhaalde oplossing in heet salpeterzuur en kristallisatie kleurloos maakt; door koolzure zwaaraarde wordt het salpeterzuur afgescheiden, de massa uitgedampt, en de pisstof door kouden alkohol uitgetrokken, uit welken zij door overhaling van den alkohol kristalliseert. Eene tweede bereidingswijze is de volgende: de uitgedampte urine wordt met absoluten alkohol behandeld, tot dat deze niets meer oplost; de alkoholische oplossing wordt uitgedampt, het overblijvende in water opgelost, en met eene kokend heete oplossing van zuringzuur ontleed; de nederslag, zuringzure pisstof, wordt gezuiverd, en het zuringzuur door koolzuren kalk nedergeslagen; de pisstof blijft in de oplossing. Ook kan de pisstof kunstmatig gevormd worden. Wanneer men namelijk cyanzure potasch in water oplost, en de oplossing met salpeterzuur zilveroxyde vermengt, dan wordt er cyanzuur zilveroxyde nedergeslagen. Door overgieting van den nederslag met eene oplossing van salmiak verkrijgt men chloorzilver en eene oplossing van cyanzure ammonia; zoo deze oplossing wordt uitgedampt, dan wordt de cyanzure ammonia in pisstof veranderd. Beide zijn metamere verbindingen:


1 atoom cyanzure ammonia = { 1 atoom ammonia $N_2 H_6$. 1 atoom cyanzuur $N_2 C_2 O$. 1 atoom water $H_2 O$.

= 1 atoom pisstof $N_4 C_2 H_8 O_2$.

Verder ontstaat er ook pisstof bij de afwisselende ontleding van cyan en water en door verschillende ontledingen van het piszuur (z. o.). De pisstof vormt, wanneer zij langzaam kristalliseert, kleurlooze, lange en smalle, vierzijdige prismen, bij eene snelle kristalvorming fijne als zijde glinsterende naaldjes. Haar specifiek gewigt is = 1,35. Zij is reukloos, van eenen verkoelenden smaak, zonder invloed op de plantenkleuren. In water van eene middelmatige temperatuur wordt zij in gelijke deelen opgelost, in kokend water in elke verhouding. Alkohol lost bij + 15° ongeveer $\frac{1}{5}$

van zijn gewigt op, bij verwarming nagenoeg gelijke deelen; in aether en aetherische oliën is de pisstof weinig oplosbaar, bij + 120° smelt zij, zonder dat zij ontleed wordt.

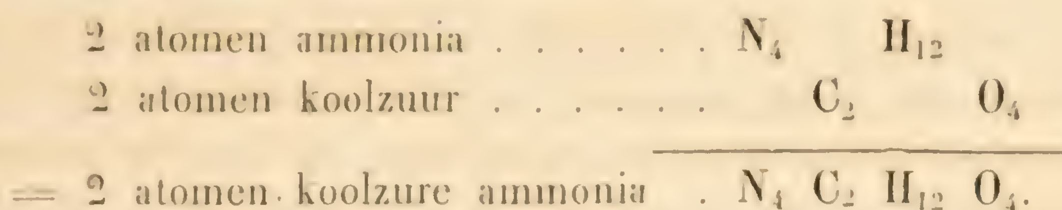
De pisstof bestaat uit N_4 C_2 H_8 O_2; haar atoomgewigt bedraagt 756,86. Hoe deze elementen onder elkander zijn zamengesteld, is nog niet zeker. De zamenstelling komt, zoo als reeds vermeld is, met die van cyanzure ammonia met water overeen. Z. LÖWIG, *Organ. Chemie*, I, 255.

Wanneer pisstof boven de + 120° verhit wordt, dan wordt zij ontleed; er ontwijkt ammonia, en er blijft cyanuurzuur over: nog sterker verhit, wordt het laatste in cyanzuur-hydraat veranderd, welke zich met de ontwekene ammonia weder tot pisstof verbindt. Bij de verrotting wordt de pisstof met 2 atomen water in koolzure ammonia veranderd.



1 atoom pisstof	$N_4\ C_2\ H_8\ O_2$
2 atomen water	$H_4\ O_2$
	$N_4\ C_2\ H_{12}\ O_4$

worden ontleed in:



2 atomen ammonia	$N_4\ H_{12}$
2 atomen koolzuur	$C_2\ O_4$
= 2 atomen koolzure ammonia .	$N_4\ C_2\ H_{12}\ O_4$.

Op dezelfde wijze wordt de pisstof ook door gist veranderd. Met verdund zwavelzuur gekookt, ontwikkelt zij koolzuur en laat zwavelzure ammonia achter; met potasch gekookt wordt zij in ammonia en koolzure potasch veranderd.

De pisstof verbindt zich zoowel met zuren als met bases. In verbinding met zuren is zij in de urine aanwezig; bij den mensch met melkzuur (1), bij het rundvee en bij paarden met hippuurzuur,

(1) MORIN (*Journal de pharm. et de chim.* III, 351) heeft gemeend, dat het vrije zuur in de urine door zure phosphorzure kalkaarde en niet door melkzuur gevormd werd: hij gelooft, dat het laatste er slechts toevallig in voorkomt, en slechts een wezenlijk bestanddeel van diabetische urine uitmaakt. De naauwkeurige onderzoekingen van LEHMAN (Verg. BERZELIUS, *Rapport annuel*, IV, 368, en *Journal für prakt. Chem.* XXVI, XXVII, 257) spreken dit echter stellig tegen. LIEBIG (*Ann. d. Charm. u. Pharm.* L, 161) heeft het weder niet kunnen ontdekken, wel daarentegen hippuurzuur, dat ook door PETTENKOFER in groote

bij de vogels en slangen met piszuur. De melkzure pisstof kristalliseert in lange, zeszijdige prismen met scheeve eindvlakten, heeft eenen verkoelenden, brandenden smaak, wordt gemakkelijk in water en alkohol opgelost, weinig in aether. (1) Zij smelt in de warmte, en men kan haar, zonder dat zij ontleed wordt, sublimeren. De verbinding bevat 49,61 pisstof en 50,39 melkzuur. Ook met de minerale zuren en met het zuringzuur gaat de pisstof verbindingen aan, zonder zich te ontleden. Men kan de pisstof onmiddellijk met het zuur vermengen, of zuringzure pisstof met eene verbinding van kalk en het zuur zamenbrengen, dat zich met de pisstof zal verbinden. De salpeterzure pisstof kristalliseert in groote, kleurlooze blaadjes of prismen, is in water en alkohol oplosbaar, en bezit eenen zuren smaak. In het zout bevinden zich 1 atoom pisstof, 1 atoom salpeterzuur en 1 atoom water. De zuringzure pisstof wordt niet gemakkelijk in water van eene gewone temperatuur en in alkohol opgelost, zeer gemakkelijk daarentegen in kokend water. Zij bestaat eveneens uit 1 atoom zuur, 1 atoom water en 1 atoom pisstof. (2)

Zoo men bij eene oplossing van pisstof salpeterzuur zilveroxyde

---

hoeveelheid bij een ziekelijk meisje werd waargenomen, zoolang het slechts brood en appelen gebruikte, maar het terstond zag verdwijnen, als het dierlijken kost at. HEINTZ verkreeg het melkzuur echter weder uit de urine. Verg. BERZELIUS, *Jahresb.* XXV. 898. VERT.

1) PELOUZE (*Ann. de chim. et de phys.* VI, 65) heeft de gekristalliseerde verbindingen der pisstof met melk-, hippuur- en piszuur, welke door CAP en HENRY waren beschreven, niet kunnen verkrijgen. Hij heeft aangetoond, dat hetgeen deze scheikundigen als kristallen van deze zouten hebben beschreven, niets anders was dan kristallen van vrije pisstof. Verg. BERZELIUS t. a. p. 370. VERT.

2) ERDMANN (*Z. Journ. für pr. Chem.* XXV, 506.) heeft na de waarneming van HAGEN, dat de pisstof zoutzuurgas opslorpt, droog zoutzuurgas door drooge pisstof laten stroomen, en heeft gevonden, dat zij hetzelve opslorpt, warmte ontwikkelt, smelt en in eene bleek gele, olieachtige massa overgaat, welke men door kunstmatige warmte in gesmolten toestand moet houden, totdat zij geen gas meer opslorpt; het overtollige zuur verwijdert men door een stroom dampkringslucht, en men verkrijgt bij de verkoeling eene kristalachtige, bladerige en straalvormige massa, die 37,5 pCt. zoutzuur en 62,5 pisstof bevat. Aan de lucht blootgesteld, trekt zij vochtigheid aan en verliest het zoutzuur. Water ontleedt haar in pisstof en zoutzuur. Watervrije alkohol lost haar op, maar zet geene kristallen af. PELOUZE heeft deze waarneming bevestigd. (Verg. BERZELIUS t. a. p. 370.) VERT.

en vervolgens potasch voegt, dan valt er eene verbinding van zilveroxyde met pisstof naar den bodem, die eene graauwe kleur bezit en bij verhitting ontploft. Men kent ook eene verbinding van pisstof met loodoxyde en met barijt.

2. PISZUUR.

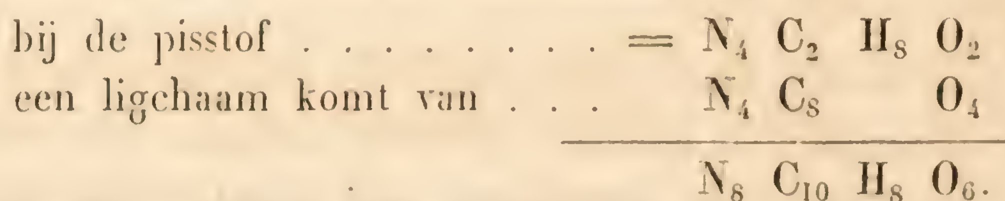
Het piszuur bevindt zich in de urine van vleeschetende dieren in eene nog onbekende verbinding; bij de plantenetenden wordt het door hippuurzuur vervangen, dat ook somtijds in de diabetische pis van menschen, maar niet in gezonde urine gevonden wordt. Piszuur komt verder voor in pissteenen en jichtachtige zamengroeisels. NYSTEN vond het in verbinding met pisstof veelvuldig in vloeistoffen, die na pisopstopping uitgebraakt waren. De pis van vogels en slangen bestaat grootendeels uit zuivere piszure ammonia.

Het zuur wordt het gemakkelijkst uit slangen-urine bereid op de volgende wijze: de onzuivere piszure ammonia wordt eerst met alkohol uitgekookt, en vervolgens met koud water behandeld. Eenige bijgemengde phosphorzure kalk wordt door middel van zoutzuur uitgetrokken. Men lost daarna het tot zoover gezuiverde piszuur in eene verdunde warme loog van bijtende potasch op, en zijgt het door. Het doorgezegene bevat piszure potasch, welke zich bij concentratie der vloestof door uitdamping afscheidt, terwijl de dierlijke stoffen in de vloeistof opgelost blijven. De piszure potasch wordt met koud water afgewasschen, in kokend water opgelost en kokend heet in zoutzuur gegoten; terstond wordt het piszuur daarbij nedergeslagen. Uit de menschelijke urine wordt het piszuur bij verkoeling nagenoeg zuiver nedergeslagen, slechts met sporen van ammonia en soda. De nederslag is aanvankelijk poederachtig en graauw, wordt daarna bleek rozenrood, en kristalliseert bij het droogen in des te fijnere schubjes, naarmate het zuur zuiverder is. Zelden wordt er uit koud wordende urine piszure ammonia nedergeslagen. Eerst na 24—36 uren kristalliseert zij uit de urine, die aanvankelijk geen bezinksel vormde, of zij ontstaat uit het nedergeslagene vrije zuur, wanneer de urine alkalisch wordt. Een niet onbeduidend gedeelte piszuur blijft er overigens bij verkoeling in de urine opgelost. Bij uitdamping van doorgezegene menschen-

urine ontstaat er een graauw bezinksel, dat uit eën mengsel van piszuur en phosphorzuren kalk bestaat. Het piszuur laat zich ook door bijvoeging van eene groote hoeveelheid salpeterzuur of zoutzuur uit de urine nederslaan.

Het is een ligt, wit, uit fijne schubjes bestaand poeder, zonder reuk of smaak, in water zeer moeijelijk oplosbaar, onoplosbaar in aether en alkohol; zonder ontleding wordt het in zamengedrongen zwavelzuur opgelost. Het piszuur is zamengesteld uit N_8 C_{10} H_8 O_6; het atoomgewigt is 2122,42. Fritsche heeft een gekristalliseerd hydraat van piszuur verkregen, bestaande uit 1 atoom piszuur en 4 atomen water.

Onder verschillende straks nader op te geven invloeden wordt uit het piszuur pisstof afgescheiden. Men kan daarom het piszuur beschouwen als eene pisstofverbinding, in welke

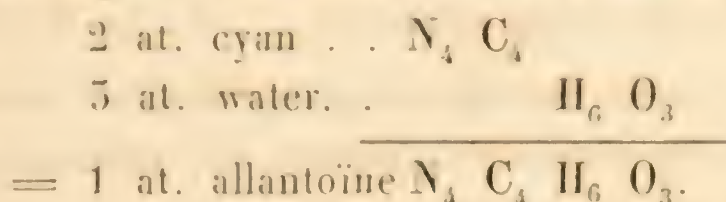

bij de pisstof . . . . = N_4 C_2 H_8 O_2
een ligchaam komt van . . . N_4 C_8 O_4

N_8 C_{10} H_8 O_6.

Dit ligchaam noemden Liebig en Wöhler uril. Het piszuur zoude alsdan een zamengesteld zuur zijn, even als het amandelzuur, dat uit mierenzuur en bittere amandelolie kunstmatig wordt zamengesteld, onder zekere omstandigheden weder in dezelfde twee stoffen wordt ontleed, en in welke de verzadigings-capaciteit van het mierenzuur onveranderd is. Het uril is intusschen nog niet afzonderlijk daargesteld.

Bij de drooge destillatie van het piszuur ontstaat er eene groote hoeveelheid blaauwzuur, en gelijktijdig een sublimaat, bestaande uit pisstof met cyanuurzuur. Zoo piszuur in droog chloorgas verhit wordt, dan ontstaan er cyanzuur en zoutzuur. Wanneer men piszuur en water met loodsuperoxyde vermengt, dan ontstaan er allantoïne, pisstof, zuringzuur en koolzuur. Van deze stoffen komt de allantoïne (allantoïs-zuur) ook natuurlijk voor in de allantoïsvloeistof der koe, waaruit zij bij uitdamping kristalliseert. Zij komt voor in waterheldere, glinsterende, harde, vierzijdige, reuk- en smaakklooze kristallen, reageert noch zuur noch alkalisch, en is in 400 deelen koud en in 30 deelen kokend water oplosbaar. Bij de drooge destillatie levert zij koolzure en blaauwzure ammonia, en

laat eene sponsige kool achter; met zamengedrongen zwavelzuur verwarmd, geeft zij kooloxyde, koolzuur en zwavelzure ammonia; door kaustische alkaliën wordt zij in zuringzuur en ammonia veranderd. (1) LIEBIG en WÖHLER hebben eene verbinding van haar met zilver-oxyde daargesteld. Men kan de allantoïne als eene verbinding beschouwen van 2 atomen cyan en 3 atomen water, of van watervrije zuringzure ammonia met 1 atoom cyan.

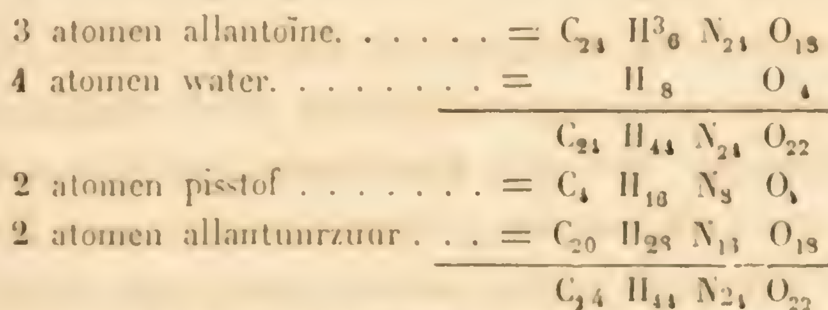


2 at. cyan . . N_4 C_4
3 at. water. . H_6 O_3
= 1 at. allantoïne N_4 C_4 H_6 O_3.

Door salpeterzuur wordt het piszuur onder gas-ontwikkeling opgelost; er ontstaan, naarmate van de sterkte van het gebezigde zuur, velerlei producten, welke LIEBIG en WÖHLER naauwkeuriger hebben onderzocht.

1. Alloxan, N_4 C_8 H_8 O_{10}. Wanneer met salpeterzuur van 1,45 tot 1,5 spec. gewigt piszuur vermengd wordt, dan ontwikkelen

(1) Wanneer men haar met salpeter- of zoutzuur behandelt, heeft PELOUZE (*Ann. de chim. et de phys.* VI, 70) gezien, dat zij in pisstof en in een eigenaardig zuur, dat hij *allantuurzuur* noemt, wordt veranderd. Wanneer men de oplossing in salpeterzuur tot droogwordens toe uitdampt, en het overblijvende met alkohol overgiet, dan lost deze laatste de pisstof en salpeterzure ammonia op en laat het allantuurzuur onopgelost. Dit zuur is zamengesteld uit C_{10} H_{14} N_8 O_9. Onder den invloed van salpeterzuur worden uit 3 atomen allantoïne (volgens PELOUZE $C_8 H_{12} N_8 O_6$) en 4 atomen water gevormd 2 atomen pisstof en 2 atomen allantuurzuur.

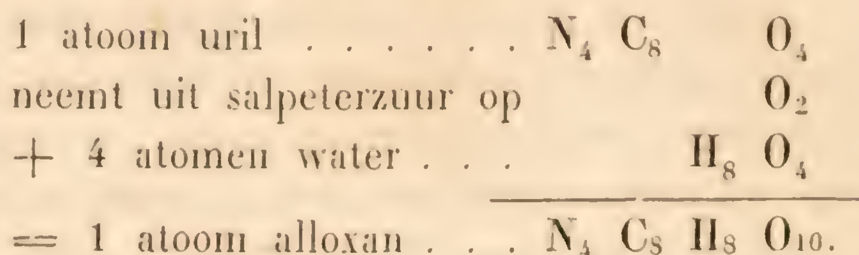


3 atomen allantoïne. . . . . . = C_{24} H_{36} N_{24} O_{18}
4 atomen water. . . . . = H_8 O_4
C_{24} H_{44} N_{24} O_{22}
2 atomen pisstof . . . . = C_4 H_{16} N_8 O_4
2 atomen allantuurzuur . . . = C_{20} H_{28} N_{16} O_{18}
C_{24} H_{44} N_{24} O_{22}

Het allantuurzuur is niet vlugtig; bij drooge overhaling wordt het ontleed en brengt cyanzuurhydraat voort. Het trekt in de lucht vochtigheid aan, is in water oplosbaar, en bezit eenen ligt zuren smaak. CHR. GMELIN heeft dit zuur vóór PELOUZE bereid, maar noch aan hetzelve eenen naam gegeven, noch deszelfs eigenschappen beschreven. Volgens PELOUZE verandert loodsuperoxyde de allantoïne zelfs zonder verwarming in allantuurzuur en pisstof. Wanneer men de allantoïne in water bij eene hooge luchtdrukking verwarmt, dan doet zij allantuurzuur en koolzure ammonia ontstaan. Verg. BERZELIUS, *Rapport annuel*, 4. p. 380.

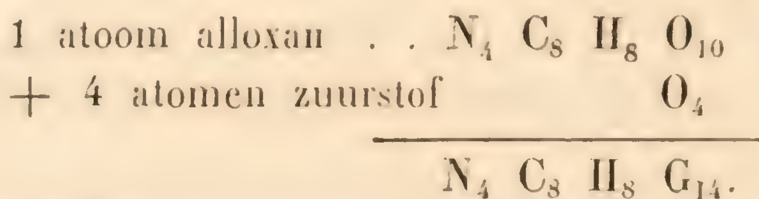
VERT.

er zich koolzuur en stikstof in gelijke verhoudingen, en er blijft alloxan over. Het alloxan ontstaat door de ontleding van het uril, de gassen door de ontleding der pisstof.



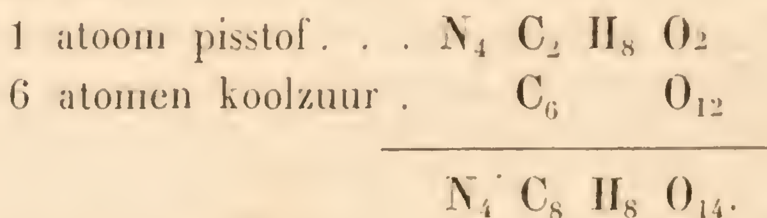
1 atoom uril .... N_4 C_8 O_4
neemt uit salpeterzuur op O_2
+ 4 atomen water ... H_8 O_4
= 1 atoom alloxan ... N_4 C_8 H_8 O_{10}.

Het alloxan is een wit kristalachtig poeder; met water gekristalliseerd vormt het groote, glinsterende, doorschijnende kristallen van den vorm van zwaarspaat, die in de lucht verweeren. Het alloxan is in water gemakkelijk oplosbaar, smaakt onaangenaam zuurachtig zout, reageert zuur, en wordt in de hitte ontleed; met loodsuperoxyde geeft het pisstof en koolzuur loodoxyde.



1 atoom alloxan .. N_4 C_8 H_8 O_{10}
+ 4 atomen zuurstof O_4
N_4 C_8 H_8 G_{14}.

Wordt veranderd in.



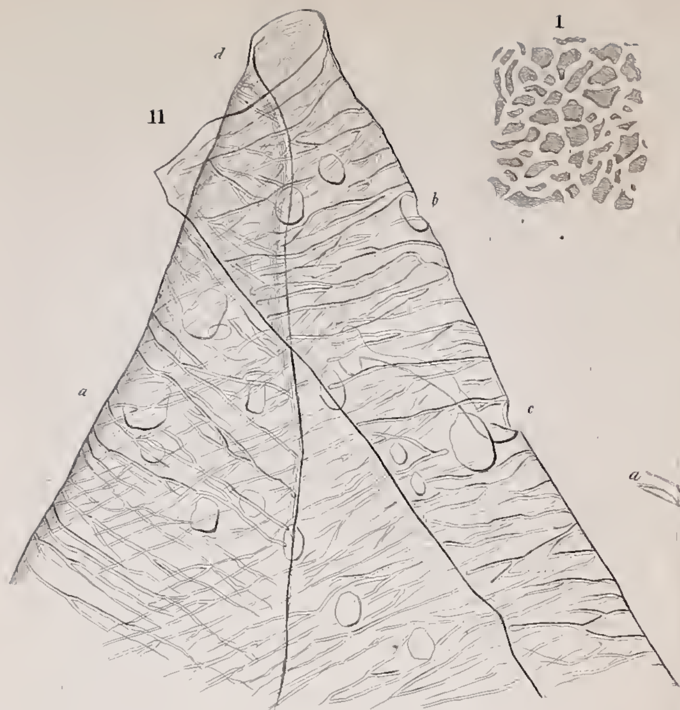
1 atoom pisstof ... N_4 C_2 H_8 O_2
6 atomen koolzuur . C_6 O_{12}
N_4 C_8 H_8 O_{14}.

2. Alloxanzuur (Brugnatelli's erythrisch zuur), N_4 C_8 H_4 O_8. Gekristalliseerd neemt het nog 1 atoom water op. Het vormt zich bij de vereeniging van alloxan met alkaliën. Door bijvoeging van barytwater bij de oplossing van alloxan wordt er alloxanzure zwaararde nedergeslagen, die door zwavelzuur ontleed wordt. 1) Het alloxanzuur is eene straalvormig kristalachtige, zeer ligt oplosbare, zure massa, lost zink onder ontwikkeling van waterstof op, en wordt door zwavelwaterstof niet veranderd.

3. Mesoxalzuur C_3 O_4 + 1 atoom water. Wanneer de oplossing van alloxanzure zwaaraarde tot het kookpunt verhit wordt,

1) Ook schijnt het, volgens Gregory, uit alloxantine gevormd te worden, wanneer hare oplossing gedurende eenen langen tijd aan de lucht wordt blootgesteld. Verg. Berzelius, *Jahresbericht*, XXV, 906.

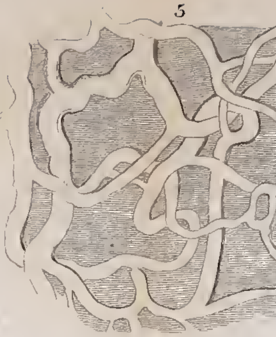
Vert.

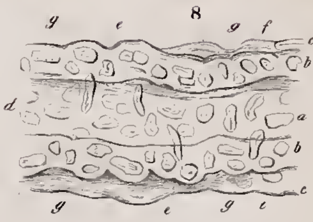




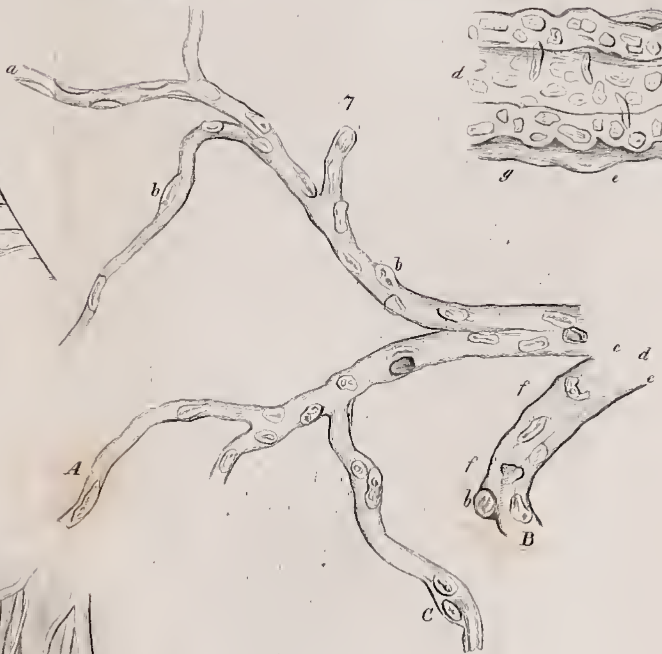




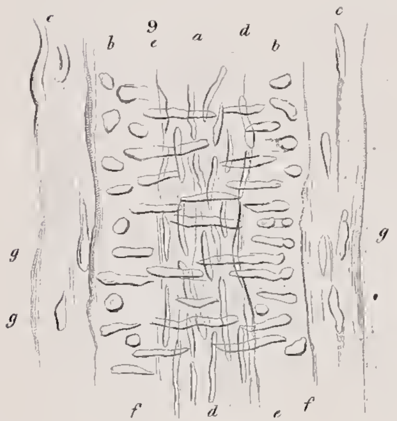


















F.D.L. Franz Wagner del.

GEDRUKT BIJ BAKELS EN KRÖBER.

ALGEMEENE
ONTLEEDKUNDE,

OF

LEER VAN DE SCHEIKUNDIGE EN MORPHOLOGISCHE BESTANDDEELEN

VAN HET

MENSCHELIJK LIGCHAAM.

DOOR

Dr. **J. HENLE,**

Hoogleeraar in de Ontleedkunde enz. enz. te Heidelberg.

IN HET NEDERDUITSCH OVERGEBRAGT, ONDER MEDEWERKING VAN DEN SCHRIJVER GEDEELTELIJK OMGEWERKT EN MET AANTEEKENINGEN VOORZIEN,

DOOR

Dr. ***C. E. HEYNSIUS,***

Stadsgeneesheer te Amsterdam.

MET 5 PLATEN, OP STAAL GEGRAVEERDE AFBEELDINGEN BEVATTENDE, EN VELE IN DEN TEKST GEDRUKTE HOUTSNEÊFIGUREN.

3de Aflevering.

AMSTERDAM,
HENDRIK FRIJLINK.
1846.

Dit werk zal in 18 Afleveringen, ieder à 4 vel druks, compleet zijn. Afleveringen boven dit getal worden gratis nageleverd. 6 Afleveringen zullen een Deel uitmaken.

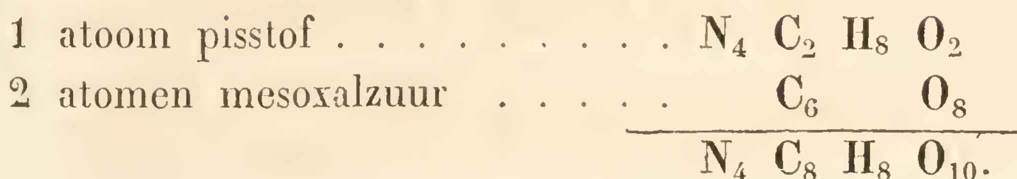
Iedere Aflevering en iedere staalplaat zal komen op 60 cents, zoodat het geheele werk zal kosten *f* 13,80.

Zonder ongehoopte verhindering zal op den eersten van elke maand eene Aflevering het licht zien, tot dat het werk compleet is.

dan scheidt zich het zuur in pisstof, die opgelost wordt, en in mesoxalzuur, dat zich met de basis verbindt:

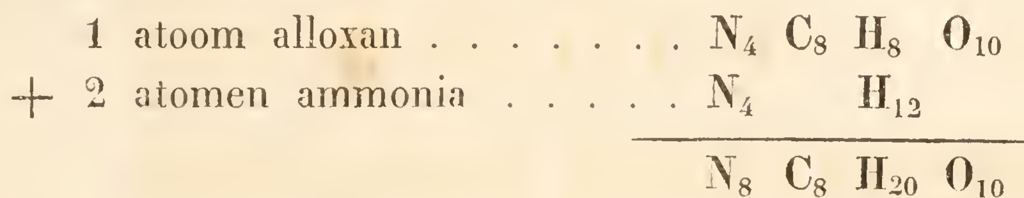

1 atoom alloxanzuurhydraat . . . $N_4\ C_8\ H_8\ O_{10}$

wordt ontleed in:

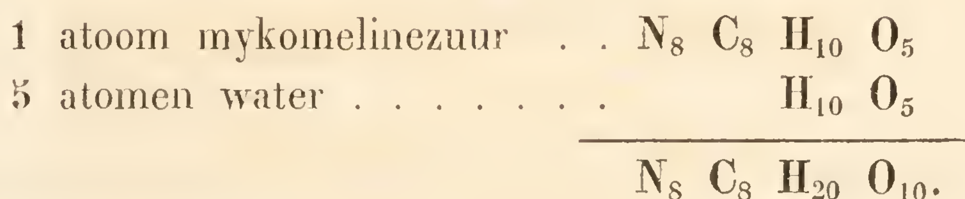

1 atoom pisstof . . . . $N_4\ C_2\ H_8\ O_2$
2 atomen mesoxalzuur . . . . . $C_6\ O_8$
$N_4\ C_8\ H_8\ O_{10}$.

Het mesoxalzuur is kristalliseerbaar, zeer zuur, gemakkelijk oplosbaar, eigenaardig gekenmerkt in zijne verhouding jegens zilverzouten. Met alkali verzadigd, geeft het met salpeterzuur zilver eenen geelachtigen nederslag, die bij eene zachte verwarming onder eene hevige ontwikkeling van koolzuur tot zilvermetaal herleid wordt.

4. Mykomelinezuur, $N_8\ C_8\ H_{10}\ O_5$. Alloxan, in bijtende ammonia pgelost, vormt mykomelinezure ammonia:

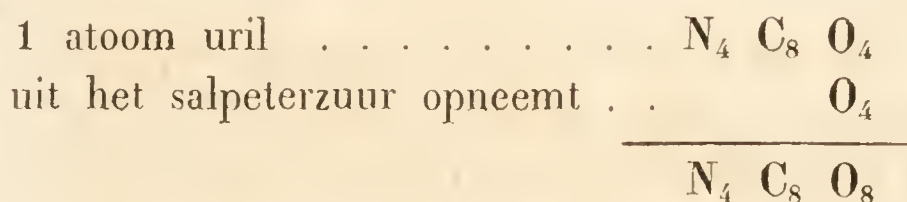

1 atoom alloxan . . . . $N_4\ C_8\ H_8\ O_{10}$
+ 2 atomen ammonia . . . . . $N_4\ H_{12}$
$N_8\ C_8\ H_{20}\ O_{10}$

vormen:

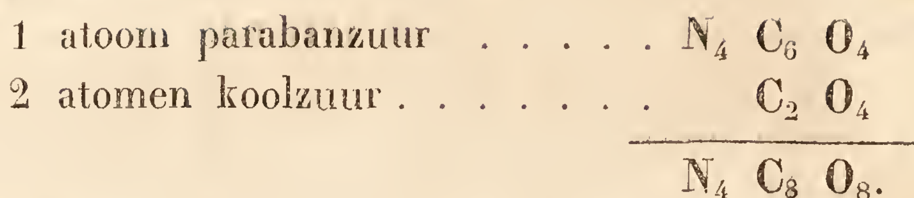

1 atoom mykomelinezuur . . $N_8\ C_8\ H_{10}\ O_5$
5 atomen water . . . . $H_{10}\ O_5$
$N_8\ C_8\ H_{20}\ O_{10}$.

Door verdund zwavelzuur wordt het mykomelinezuur uit het zout afgescheiden. Gedroogd is het geel, aardachtig, smaakloos, in koud water moeijelijk, in kokend iets gemakkelijker oplosbaar. Het zilverzout vormt gele vlokken; wanneer het zuur verhit wordt, ontstaat er cyanzure ammonia, welke in pisstof wordt veranderd.

5. Parabanzuur, $N_4\ C_6\ O_4 + 2$ Aq. vormt zich, wanneer piszuur of alloxan in matig zamengedrongen salpeterzuur wordt opgelost, en de oplossing tot siroopdikte wordt uitgedampt. Neemt men aan dat:


1 atoom uril . . . . $N_4\ C_8\ O_4$
uit het salpeterzuur opneemt . . O_4
$N_4\ C_8\ O_8$

dan ontstaan er:



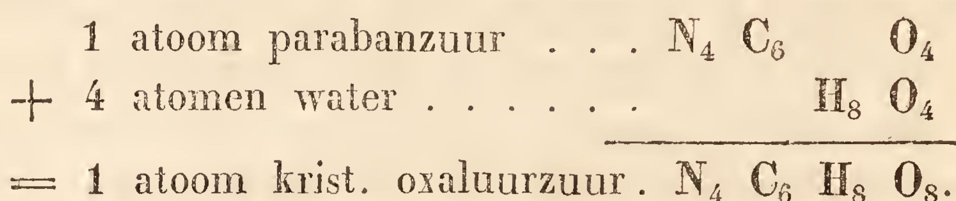
1 atoom parabanzuur . . . . . $N_4\ C_6\ O_4$

2 atomen koolzuur . . . . $C_2\ O_4$

$N_4\ C_8\ O_8$.

Het zuur kristalliseert in kleurlooze, breede, dunne prismen, is gemakkelijk oplosbaar, en van eenen zeer zuren smaak.

6. Oxaluurzuur, $N_4\ C_6\ H_6\ O_7$. Door sterke bases verandert zich het parabanzuur, onder opname van water, in oxaluurzuur:



1 atoom parabanzuur . . . $N_4\ C_6\ O_4$

+ 4 atomen water . . . . . . $H_8\ O_4$

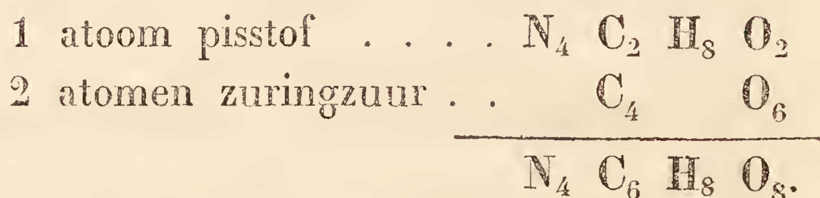
= 1 atoom krist. oxaluurzuur . $N_4\ C_6\ H_8\ O_8$.

Indien parabanzuur in ammonia wordt opgelost, dan wordt er oxaluurzure ammonia gevormd, uit welke door een sterker zuur het oxaluurzuur als een wit, kristalachtig poeder wordt afgescheiden. Deszelfs oplossing wordt door kookhitte in zuringzure pisstof en zuringzuur veranderd:



1 atoom oxaluurzuur . . $N_4\ C_6\ H_8\ O_8$

wordt ontleed in:



1 atoom pisstof . . . . $N_4\ C_2\ H_8\ O_2$

2 atomen zuringzuur . . $C_4\ O_6$

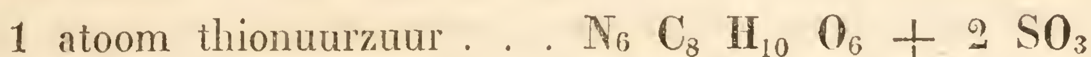
$N_4\ C_6\ H_8\ O_8$.

7. Alloxantine, $N_4\ C_8\ H_{10}\ O_{10}$, ontstaat door de werking van zeer verdund salpeterzuur op piszuur. Hierbij worden 1 atoom zuurstof en 5 atomen water met het uril verbonden, terwijl er tevens koolzuur, stikstof en salpeterzure ammonia gevormd worden. Verder wordt er alloxantine gevormd door de ontleding van alloxan met zoutzuur; er wordt koolzuur ontwikkeld, alloxantine afgescheiden, en in de vloeistof blijft zure zuringzure ammonia opgelost. Ook wanneer 1 atoom waterstof zich met alloxan verbindt, ontstaat er alloxantine. Indien men door eene alloxanoplossing zwavelwaterstof laat stroomen, dan wordt zij met de afgescheidene zwavel nedergeslagen, en van de laatste door oplossing in kokend water gescheiden. Zij kristalliseert in kleurlooze, kleine, harde prismen, wordt in eene met ammonia vermengde lucht rozen- en purperrood, en is in koud water zeer moeijelijk oplos-

baar. Door salpeterzuur wordt zij in alloxan veranderd; jegens loodsuperoxyde verhoudt zij zich als alloxan; in ammonia opgelost, verandert zij zich in de lucht, onder opslorping van zuurstof en vorming van water, in oxaluurzure ammonia. (1)

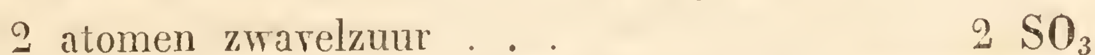
8. Thionuurzuur, $N_6\ C_8\ H_{10}\ O_{12}\ S_2 + 2\ Aq$. Bij de verbinding met bases worden de 2 atomen water tegen 2 atomen basis verwisseld. Eene alloxan-oplossing, met zwaveligzuur en daarna met ammonia verzadigd en verhit, zet bij verkoeling thionuurzure ammonia af. Het afgescheiden zuur vormt eene witte, kristalachtige, gemakkelijk oplosbare zure massa; het bevat de elementen van 1 atoom alloxan, 1 dubbel atoom ammonia en 2 atomen zwavelig zuur.

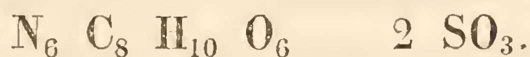
9. Uramil, $N_6\ C_8\ H_{10}\ O_6$. Zoo eene oplossing van thionuurzuur tot koking toe verhit wordt, dan wordt het in zwavelzuur en uramil ontleed. Ook verkrijgt men het door koking eener oplossing van thionuurzure ammonia met zoutzuur:


1 atoom thionuurzuur . . . $N_6\ C_8\ H_{10}\ O_6 + 2\ SO_3$

wordt ontleed in:


1 atoom uramil . . . . . . $N_6\ C_8\ H_{10}\ O_6$


2 atomen zwavelzuur . . . $2\ SO_3$

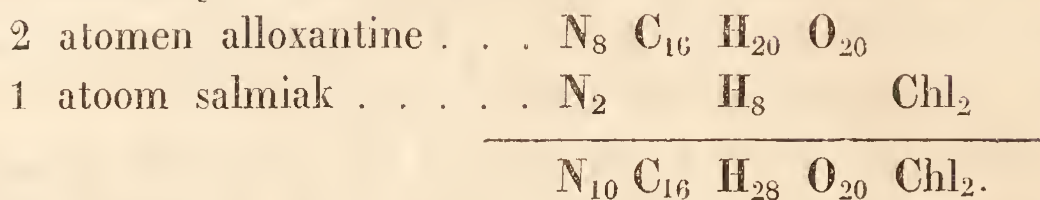

$N_6\ C_8\ H_{10}\ O_6\quad 2\ SO_3$.

Uramil ontstaat verder onder de vorming van alloxan en zout-

---

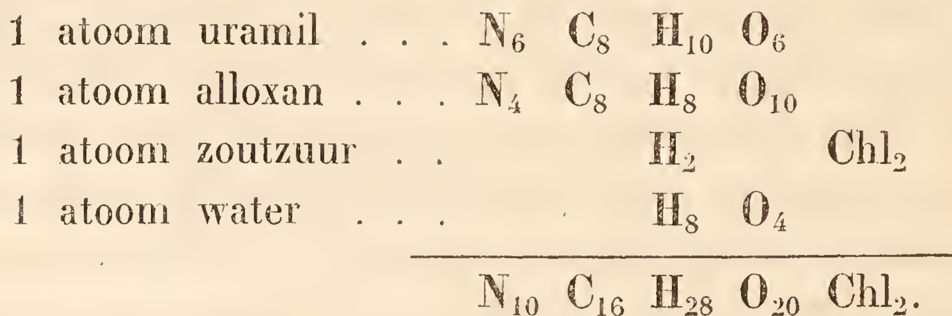
(1) Wanneer men alloxan uit piszuur met salpeterzuur bereidt, dan verkrijgt men na de kristallisatie van het alloxan eene zure moederloog, welke nog veel van dit ligchaam opgelost bevat, dat niet kan afgescheiden worden. GREGORY (*Phil. Mag.* XXIV, 186) nu heeft gevonden, dat er, behalve alloxantine (wanneer men er zwavelwaterstof door laat stroomen, waarbij alloxantine en zwavel worden nedergeslagen), ook dialuurzure ammonia uit kan worden bereid. Het ***dialuurzuur*** kan uit dit zout worden afgescheiden, wanneer men het laatste door verwarming in eene overmaat van zoutzuur oplost, waaruit het zuur bij de verkoeling aanschiet, soortgelijk als de alloxantine. Het is een sterk zuur, dat met potasch en ammonia moeijelijk oplosbare zouten en met zwaaraarde een nagenoeg onoplosbaar zout vormt. Zoo men het in water opgelost aan de lucht blootstelt, gaat het onder opslorping van zuurstof in alloxantine over. Men kan de voortgezette verandering van dit zuur aantoonen door bijvoeging van barytwater, hetwelk met het onveranderde zuur eenen witten nederslag geeft, die echter, naarmate er zich alloxantine vormt, bleekrood, purperrood en eindelijk violet wordt. Kristallen, welke in de oplossing liggen, ondergaan ook allengs deze verandering. Het zuur bestaat volgens GREGORY uit $C_8\ H_6\ N_2\ O_7 + Aq$. Z. BERZELIUS, *Jahresb.* XXV, 905. VERT.

zuur, wanneer eene met salmiak vermengde oplossing van alloxantine op het kookpunt toe verhit wordt.



2 atomen alloxantine . . .	N_8	C_{16}	H_{20}	O_{20}	
1 atoom salmiak	N_2		H_8		Chl_2
	N_{10}	C_{16}	H_{28}	O_{20}	Chl_2.

wordt ontleed in:



1 atoom uramil . . .	N_6	C_8	H_{10}	O_6	
1 atoom alloxan . . .	N_4	C_8	H_8	O_{10}	
1 atoom zoutzuur . .			H_2		Chl_2
1 atoom water . . .			H_8	O_4	
	N_{10}	C_{16}	H_{28}	O_{20}	Chl_2.

Het drooge uramil is wit, glinsterend als satijn, onoplosbaar in koud water, oplosbaar in zwavelzuur en potasch. Uit het zuur wordt het door water, uit de potasch door zuren nedergeslagen. Door zamengedrongen salpeterzuur wordt het onder de gelijktijdige vorming van stikstofoxydegas en salpeterzure ammonia in alloxan veranderd. Men kan zich het uramil zamengesteld denken uit 1 atoom uril, 1 atoom ammonia en 2 atomen water.

10. Uramilzuur, N_{10} C_{16} H_{20} O_{15} (?) ontstaat door lang aanhoudend verhitten van uramil met verdund zwavelzuur; het vormt kleurlooze, glinsterende prismen, is gedroogd van eene rozenroode kleur, en is in koud water moeijelijk oplosbaar.

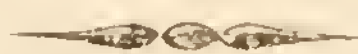
11. Murexide, N_{10} C_{12} H_{12} O_8 (purperzure ammonia, Prout). Deze zelfstandigheid ontstaat uit de reeds genoemde stoffen op velerlei wijzen. 1. Uit uramil, door verhitting van hetzelve met kwikzilveroxyde en water, waarbij onder herleiding van het oxyde eene hoog purperroode oplossing ontstaat, waaruit het murexide bij verkoeling kristalliseert. 2. Uit uramil, door oplossing in heete ammonia en blootstelling aan de lucht of door bijvoeging van alloxan. 3. Uit alloxantine, wanneer men hare kokend heete oplossing met eene overmaat van ammonia en vervolgens met alloxan behandelt. 4. Uit piszuur, dat men in verdund salpeterzuur oplost en met ammonia verzadigt.

Zoodra het murexide gevormd is, kleuren zich de vloeistoffen hoog purperrood. Het kristalliseert in korte, vierzijdige prismen, waarvan twee vlakten, even als de vleugelschilden der gouden

torren, een metaalachtig glinsterend en groen licht terugkaatsen. Bij doorschijnend licht zijn de kristallen granaatrood, doorschijnend. Fijngewreven vormen zij een bruinrood poeder, hetwelk door het polijststaal glinsterend metaalachtig groen wordt. Het is moeijelijk oplosbaar in koud water, waaraan het eene zeer schoone, purperroode kleur mededeelt, gemakkelijker in kokend water, niet in aether en alkohol. In potaschloog lost het zich met eene schoone indigoblaauwe kleur op. Volgens Fritsche (1) zou het murexide inderdaad purperzure ammonia zijn. Het purperzuur laat zich niet afzonderlijk bereiden, en wordt, uit zijne zouten nedergeslagen, terstond in murexan veranderd. Door ontleding der purperzure ammonia met zouten kan men echter het purperzuur op andere bases overdragen. In zijne zouten bestaat het uit N_{10} C_{16} H_8 O_{10}.

12. Murexan, N_4 C_3 H_8 O_5 (purperzuur, Prout) ontstaat op velerlei wijze door ontleding van het murexide. De blaauwe kleur der oplossing van het laatste in potaschloog verdwijnt bij verwarming onder ontwikkeling van ammonia. Alsdan slaan zuren uit de kleurlooze oplossing het murexan neder als een uit geelachtig, als parelmoer glinsterende blaadjes bestaand nederslag. Uit de kokend heet verzadigde oplossing van murexide in water wordt door zoutzuur murexan nedergeslagen, onder vorming van ammonia, alloxan, alloxantine en pisstof. Zoo zwavel-waterstof door eene oplossing van murexide geleid wordt, dan wordt er murexan nedergeslagen, en in de vloeistof blijft er alloxantine en ammonia. Het murexan is een ligt, vlokkig, als zijde glinsterend poeder, dat zich in eene met ammonia vermengde lucht rood kleurt; in water en verdunde zuren is het onoplosbaar, oplosbaar in zamengedrongen zwavelzuur. De oplossing in ammonia wordt aan de lucht blootgesteld, purperrood gekleurd, en zet kristallen van murexide af.

Het piszuur is eene der zwakste zuren, en verhoudt zich in zijne verwantschap tot bases nagenoeg als het koolzuur en de vetzuren. De meeste zouten zijn moeijelijk oplosbaar in water, gemakkelijk in eene overmaat van potasch, en vormen witte, aardachtige, smaaklooze poeders. Het potasch-, soda- en ammoniazout behoeven voor hunne oplossing nagenoeg 500 deelen water.



(1) Löwig, *Organische Chemie*, II, 429.

B. STIKSTOFVRIJE STOFFEN.

I. MELKSUIKER.

De melksuiker wordt in de melk van menschen en zoogdieren gevonden, en waarschijnlijk ook in de melkachtige vloeistof, welke somtijds bij onderdrukte zogafscheiding uit het darmkanaal wordt geloosd of in de holten en weivliezen wordt uitgestort. SCHREGER (1) vond haar in eene melkachtige vloeistof, die zich in de holte van het buikvlies had verzameld. Van de menschenmelk maakt de melksuiker 4,7 pct. of $^2/_5$ van de vaste bestanddeelen uit. Uit de melk, die van vet en kaas bevrijd en tot honigdikte uitgedampt is, schiet de melksuiker na de verkoeling in kristallen aan, en wordt door herhaalde oplossing en kristalvorming gezuiverd.

De melksuiker der menschen- en koemelk vormt witte, vierzijdige, met vier vlakken toegespitste zuilen van een bladerig maaksel. Het specifiek gewigt is = 1,543. Zij is veel harder dan de rietsuiker, van eenen zwak zoeten en gelijktijdig zanderigen smaak; die van menschenmelk is iets zoeter dan de koemelksuiker. De laatste is in 5—7 deelen koud en in $2\frac{1}{2}$—4 deelen kokend water oplosbaar; de melksuiker der menschenmelk wordt iets gemakkelijker opgelost. Zij lost zich in waterhoudenden wijngeest, niet in absoluten op, en wordt door alkohol uit de waterige oplossing nedergeslagen; ook in aether is zij onoplosbaar. Matig verwarmd verliest zij 12 pct. water en gaat in den watervrijen toestand over. De gesmoltene melksuiker is doorschijnend, kleurloos, en stolt tot eene witte, ondoorschijnende massa.

Volgens BERZELIUS bestaat de melksuiker uit $C_5\ H_{10}\ O_5$, en watervrij uit $C_5\ H_8\ O_4$; LIEBIG geeft de volgende zamenstelling op: $C_{12}\ H_{24}\ O_{12} = C_{12}\ H_{22}\ O_{11} + 1$ Aq. $= C_{12}\ H_{20}\ O_{10} + 2$ Aq. LÖWIG houdt de laatste formule voor waarschijnlijker, daar zij met de zamenstelling van de rietsuiker, van het zetmeel en de gom overeenkomt, die onder dezelfde omstandigheden, als melksuiker, in druivensuiker overgaan.

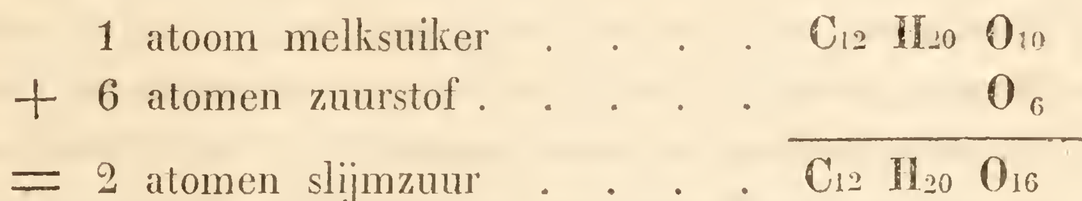
Volgens MARCHAND (2) wordt de melksuiker reeds bij de gewone

---

(1) *Fluidorum corporis animalis chemiae nosolog. specimen.* Erl. 1800, p. 25.
(2) *Berl. Encyclop.* Art. Milch.

temperatuur in 10—12 dagen ontleed en donkerbruin; eene waterige en zamengedrongene oplossing er van wordt vrijwillig (?) in melkzuur veranderd. Zoo als bekend is, zagen verschillende scheikundigen de melk op eene verscheidene wijze reageren; de koemelk zou het lakmoespapier meestal rood kleuren; Donné en Simon vonden de menschenmelk in verschen toestand alkalisch; mij kwam zij onzijdig voor. Na eenigen tijd reageert zij echter steeds zuur, en het is waarschijnlijk, dat het melkzuur, waarvan de zure reactie afkomstig is, ten koste der suiker gevormd wordt. De verandering van melksuiker in melkzuur wordt ook door leb veroorzaakt (z. kaasstof). In de hitte wordt de melksuiker bruin, gemakkelijker in water oplosbaar, verliest haren zoeten smaak en de geschiktheid om te kristalliseren. Met verdund zwavelzuur of zoutzuur gekookt, wordt zij in druivensuiker veranderd, waarvan zij slechts door 1 atoom water onderscheiden is. Door gist en andere stikstofhoudende zelfstandigheden, kaasstof, kleefstof enz., gaat zij in wijngisting over, waarschijnlijk eerst nadat zij vooraf in druivensuiker veranderd is.

Zoo fijngestooten melksuiker in chloorgas gebragt wordt, dan slorpt zij hetzelve op, en stoot even zooveel koolzuur uit; daarbij wordt zij halfvloeibaar, roodachtig, in water gemakkelijk oplosbaar; uit de oplossing wordt door bijvoeging van alkohol onveranderde melksuiker nedergeslagen. Zamengedrongen zwavelzuur verandert haar, even als de rietsuiker, in humuszuur en humus; salpeterzuur doet haar in slijmzuur overgaan, onder gelijktijdige vorming van zuringzuur en koolzuur. Het is mogelijk, dat de melksuiker door eenvoudige opname van zuurstof in slijmzuur overgaat, want:



	1 atoom melksuiker	$C_{12}\ H_{20}\ O_{10}$
+	6 atomen zuurstof	O_6
=	2 atomen slijmzuur	$C_{12}\ H_{20}\ O_{16}$

Het zuring- en koolzuur, die gelijktijdig ontstaan, kan men met Liebig als verdere ontledingsproducten van het slijmzuur beschouwen. Het slijmzuur is een zwak zuur, stelt een zandig, wit, ligt zuurachtig poeder daar, dat niet in wijngeest, moeijelijk in koud water en in 60—80 deelen kokend water oplosbaar is. Des-

zelfs zouten zijn, met uitzondering van de alkalizouten, onoplosbaar. Met één atoom water wordt het slijmzuur in metaslijmzuur veranderd, dat in alkohol oplosbaar is en oplosbare zouten vormt.

Wanneer men melksuiker met potaschhydraat en water vermengt, dan vormt er zich eene bruine, in alkohol onoplosbare massa, welke koolzuur, azijnzuur en eene eigendommelijke, bruine stof bevat, van eenen flaauwen en bitteren smaak.

Van de verbindingen der melksuiker zijn die met zuren nog weinig onderzocht. Men kent verbindingen van haar met loodoxyde in verschillende verhoudingen. Indien loodoxyde gedurende eenen langen tijd met eene oplossing van melksuiker getrokken wordt, dan ontstaan er drie verbindingen: die met de grootste hoeveelheid suiker blijft opgelost; eene tweede met minder suiker blijft verdeeld; de derde met de grootste hoeveelheid loodoxyde wordt nedergeslagen.

II. MELKZUUR.

Het melkzuur is even zoo algemeen verspreid als de extractiefstoffen; in alle vochten des ligchaams en in alle afscheidingen komt zij nu eens met bases verbonden, dan weder ook vrij voor. Het vrije zuur, dat in het vleesch en het zweet, in de urine en in de melk gevonden wordt, is melkzuur; de bases, waarmede het verbonden voorkomt, zijn soda, potasch, kalk, magnesia, ammonia en pisstof. In de melk ontstaat zij, wanneer zij van den beginne af aan niet aanwezig is, zeer spoedig en waarschijnlijk uit de melksuiker; beide zijn polymerische verbindingen, en 1 atoom melksuiker bevat de elementen van 2 atomen melkzuur. BERZELIUS houdt het melkzuur voor een ontledingsproduct, dat bij de voeding gevormd wordt; welligt is het zijn ontstaan verschuldigd aan de zetmeel- en suikerhoudende voedingsmiddelen. Vele plantaardige stoffen, waarin deze zelfstandigheden bevat zijn, leveren, bij de vrijwillige (?) ontleding, onder andere producten ook melkzuur op; zoo ontstaat het b. v. bij de gisting van zuurkool, van beetwortelsap, van meelstijfsel, enz. Volgens FREMY en BOUTRON-CHARLARD (1)

(1) *Journ. de pharm.* 1840. p. 477.

kunnen vele stikstofhoudende zelfstandigheden zich mettertijd zoo wijzigen, dat zij suiker, zetmeel en gom in melksuiker veranderen.

Men bereidt het melkzuur uit de melk of uit de genoemde, ontlede plantensappen. Uit de melk wordt het op de volgende wijze bereid: de zure wei wordt tot op ¹/₈ van haar gewigt uitgedampt en doorgezegen; het aanwezige phosphorzuur wordt door kalk en de overtollig bijgevoegde kalk door zuringzuur afgescheiden. De nogmaals doorgezegene vloeistof wordt weder uitgedampt en het melkzuur door alkohol uitgetrokken, welke de melksuiker nederslaat. De alkoholische vloeistof wordt uitgedampt, na verdamping van den alkohol in water opgelost, en met koolzuur loodoxyde getrokken, waardoor melkzuur loodoxyde wordt verkregen. De doorgezegene oplossing van melkzuur loodoxyde wordt met zwavelzuur zinkoxyde ontleed; er wordt zwavelzuur loodoxyde nedergeslagen, en er blijft melkzuur zinkoxyde opgelost, dat na doorzijging en door uitdamping in kristalvormigen toestand verkregen en door herhaalde kristalvorming gezuiverd wordt. Het melkzuur zinkoxyde wordt door baryta, de melkzure zwaaraarde door zwavelzuur ontleed, de zwavelzure zwaaraarde door filtreren afgescheiden, en het doorgezegene uitgedampt. Nadat het overblijvende in aether is opgelost en de aether is verdampt, blijft het melkzuur zuiver over. Men kan ook melkzuren kalk regtstreeks uit de alkoholische oplossing van het melkextract, dat van suiker bevrijd is, bereiden, wanneer men haar met gebluschten kalk of krijt verzadigt, doorzijgt en uitdampt. De onzuivere melkzure kalk wordt door dierlijke kool en herhaalde kristallisatie gezuiverd, en vervolgens, zoo als van de melkzure zwaaraarde is opgegeven, verder ontleed.

Het zuivere melkzuur-hydraat (watervrij komt het slechts in verbinding met bases voor) is eene kleurlooze vloeistof, van de dikte eener siroop, 1,215 spec. gewigt, zonder reuk en van eenen zeer zuren smaak. Het lost zich in water en wijngeest in elke verhouding op, in aether slechts weinig. Het coagaleert eiwit en kaasstof, de laatste zeer spoedig bij verhoogde temperatuur. Van het azijnzuur, waarmede het vroeger zeer dikwijls is verwisseld, onderscheidt het zich, doordien het niet vlugtig is, zoodat het ook verwarmd geenen reuk ontwikkelt.

Het melkzuur heeft de eigenschap van den phosphorzuren kalk snel op te lossen, en waarschijnlijk wordt door hetzelve de beenaarde in de melk, de urine en andere afgescheidene vloeistoffen opgelost gehouden. Welligt wordt eene bovenmatige ontwikkeling van melkzuur in de maag of in het bloed oorzaak van beenverweeking, juist daardoor dat zij de afscheiding der beenaarde verhindert of de afgescheidene oplost (MARCHAND).

Het melkzuur bestaat watervrij uit $C_6\ H_{10}\ O_5$. De formule van het hydraat is $C_6\ H_{10}\ O_5 + Aq$. Zijn atoomgewigt $= 1021$. Bij de drooge overhaling van het melkzuur verkrijgt men een wit sublimaat, gesublimeerd of gebrand melkzuur, hetwelk $C_6\ H_8\ O_4$ bevat, en weder in gewoon melkzuur veranderd wordt, wanneer het in water wordt gebragt. (1) Daarom zou men kunnen aannemen, dat het verhitte melkzuur watervrij zuur was ($C_6\ H_8\ O_4$), en het melkzuur-hydraat 2 atomen water bevatte ($C_6\ H_8\ O_6 + 2\ Aq.$) en in verbinding met bases een atoom water verloor, doch het andere behield. Dit wordt echter daardoor tegengesproken, dat het melkzuur-zinkoxyde zelfs bij 250° een zuur van $C_6\ H_{10}\ O_5$ bevat, en dat het gesublimeerde melkzuur in wijngeest wordt opgelost, zonder dezen door onttrekking van water in aether te veranderen.

Op eene verhoogde temperatuur ontwikkelt het melkzuur, behalve het genoemde overgehaalde melkzuur, ook azijnzuur en de gewone brandige gassen. Het melkzuur der zouten in organische zelfstandigheden wordt, zoo als bekend is, bij de aschvorming in koolzuur veranderd. Door koking met zamengedrongen salpeterzuur en opneming van zuurstof daaruit gaat het melkzuur in zuringzuur over, waarbij zich koolzuur en water moeten vormen.

Het melkzuur is tamelijk sterk zuur en scheidt het azijnzuur uit zijne verbindingen af. De meeste melkzure zouten zijn in water oplosbaar en bezitten de geschiktheid om te kristalliseren; het baryt en loodzout droogen tot eene gomachtige massa op. Melk-

---

(1) Volgens MULDER is dit sublimaat, waarvoor hij de formule $C_3\ H_4\ O_2$ opgeeft, het tweede oxyde van het radicaal $C_3\ H_4$ (*lipyle*), waarvan het eerste oxyde, lipyloxyde, $C_3\ H_4\ O$, de basis van het vet vormt. Twee aeq. van dit sublimaat vormen onder opslorping van $H^2\ O$ het melkzuur. *Z. Phys. Scheik.* bl. 269. VERT.

zure potasch en soda trekken uit de lucht vochtigheid aan; zij zijn ook in alkohol oplosbaar.

III. VETSOORTEN.

Met dezen naam duidt men stikstofvrije, in water onoplosbare, in heeten alkohol en aether oplosbare verbindingen aan, van eene zeer verschillende zamenstelling. Eenige der hiertoe behoorende zelfstandigheden bezitten namelijk het eigenaardige, dat zij door sterke bases, met name door alkaliën en loodoxyde, worden ontleed. Een harer bestanddeelen wordt afgescheiden; het andere, een zuur, verbindt zich met de basis, en levert met de alkaliën de zoogenaamde zeepen, met loodoxyde de pleisters. Hieruit volgt, dat deze vetsoorten, die men zegt dat voor zeepvorming geschikt zijn, even als zouten zijn gevormd[1], en uit een zuur en eene basis zijn zamengesteld. De zuren en bases zelve zijn oxyden van zamengestelde radicalen, waarschijnlijk van gekoold-waterstof-gasverbindingen. Er zijn verschillende radicalen, verschillende verzuringstrappen van hetzelfde radicaal, en derhalve eene groote menigte van vette zuren, bases en derzelver verbindingen.

Eene andere reeks van ligchamen, die men tot de vetsoorten rekent en voor zeepvorming ongeschikt noemt, laten zich niet op gelijke wijze ontleden. Men moet daarom aannemen, dat het eenvoudige ligchamen zijn, die met de organische zuren of bases overeenkomst bezitten, en het is twijfelachtig, of men ze in het algemeen met die vetsoorten, die als zouten te beschouwen zijn, onder ééne rubriek mag brengen, dan of men ze niet liever als eene eigenaardige soort van indifferente organische stoffen beschouwen moet. Het eerste zou slechts dan geregtvaardigd zijn, als men eene bijzondere verwantschap der voor zeepvorming ongeschikte vetsoorten met de basis of het zuur der voor zeepvorming geschikte vetsoorten kon aan het licht brengen.

A. VOOR ZEEPVORMING ONGESCHIKTE VETSOORTEN.

1. CHOLESTEARINE.

De cholestearine of het galvet is een bestanddeel van het bloed,

de gal en het zenuwmerg. Uit de gal wordt het dikwijls kristalachtig nedergeslagen en vormt op zichzelve concrementen, die door hun bladerig maaksel eigenaardig gekenmerkt zijn. Zeer dikwijls heeft men het in pathologische afscheidingen en weefsels gevonden: in de wei bij waterzucht, in den vloeibaren inhoud van kysten en hydatiden, in fungeuse en andere gezwellen. Het is opgelost of in de gedaante van afzonderlijke, glinsterende blaadjes in de vloeistof opgehangen, of het vormt vaste massa's. In de planten, die tot voedsel dienen, komt de cholestearine niet voor; eene stof van volkomen gelijke zamenstelling vond DUMAS in de hars van den teerboom.

Men bereidt het galvet uit galsteenen, door ze in water uit te koken en vervolgens in kokenden alkohol op te lossen. Bij de verkoeling scheiden er zich kristallen van cholestearine af, die men door herhaald kristalliseren zuivert.

De cholestearine kristalliseert in witte, eenen parelmoer-glans bezittende, op het aanvoelen zeer zachte, somtijds zeer groote blaadjes. Zij is zonder reuk en smaak, wel in aether en alkohol, doch niet in water oplosbaar; in kouden wijngeest wordt zij ook slechts weinig opgelost, gemakkelijk ook in vette oliën. De oplossingen oefenen geenen invloed op de kleur der plantensappen uit. Volgens WAGNER wordt 1 deel cholestearine in water opgelost, dat 4 deelen zeep opgelost bevat, doch kan daarna uit de oplossing niet weder worden verkregen. Zij is ligter dan water, smelt bij + 145°, en stolt mede bij 115°. Wanneer de lucht wordt afgesloten, laat zij zich onveranderd sublimeren; aan de lucht verhit, verbrandt zij met eene heldere vlam. Alkaliën oefenen op cholestearine geenen invloed uit.

CHEVREUL, COUERBE en MARCHAND hebben analysen der cholestearine met zeer overeenstemmende resultaten medegedeeld. Zij vonden:

	CHEVREUL.	COUERBE.	MARCHAND.	
koolstof	85,095.	84,895.	85,36.	84,79.
waterstof	11,880.	12,099.	11,99.	12,35.
zuurstof	3,025.	3,006.	2,65.	2,86.

De hiernaar berekende formule is $C_{37}\ H_{64}\ O$, het atoomgewigt

3328,352. De uit de oplossing in alkohol kristalliserende cholestearine schijnt chemisch verbonden water te bevatten, volgens Gmelin 5,1 pCt. van haar gewigt. Het ontwijkt bij verhitting der kristallen in het waterbad, zonder dat deze hun physisch voorkomen veranderen.

Cholestearine, met zwavelzuur behandeld, kleurt het zuur geel, wordt kleverig, en verandert zich in eene pekaardige massa. Door salpeterzuur wordt zij in cholestearinezuur N C_{13} H_{20} O_6^* veranderd; dit zuur kristalliseert in geelachtige naaldjes, bezit eenen reuk naar boter, is moeijelijk in water oplosbaar, gemakkelijk in wijngeest, aether, azijnaether en vlugtige oliën, onoplosbaar in vet. Met de zoutbases vormt het geel- of roodgekleurde verbindingen, welke door alle zuren, behalve koolzuur, ontleed worden, en voor een gedeelte gemakkelijk, voor een ander gedeelte moeijelijk in water oplosbaar zijn.

2. SEROLINE.

De seroline werd door Boudet in het bloed ontdekt. Zij wordt door kokend heeten alkohol uit het gedroogde bloed uitgetrokken, en scheidt zich bij de verkoeling van den alkohol in vlokken af, die eenen parelmoerachtigen glans bezitten, op het aanvoelen vetachtig zijn, en noch zuur noch alkalisch reageren. Onder het mikroskoop schijnen zij uit draden gevormd, die op verschillende punten tot kogeltjes opzwellen (1). De seroline is ligter dan water, en smelt reeds bij + 36°. Zij kan grootendeels onveranderd gesublimeerd worden, waarbij echter het gedeelte, dat ontleed wordt, amoniakale dampen van eenen eigenaardigen reuk uitstoot. Aether lost de seroline gemakkelijk, koude alkohol nagenoeg in het geheel niet op, en ook kokende slechts in eene kleine hoeveelheid. Ten opzigte van het zwavelzuur verhoudt zij zich als cholestearine.

B. EIGENLIJKE, VOOR ZEEPVORMING GESCHIKTE VETSOORTEN.

a. VETBASES.

Men kent drie ligchamen, oxyden van verschillende radicalen,

(1) Denis, *Essai.* p. 146.

welke zich als bases in het dierlijk vet voordoen: de glycerine, (1) het cetyloxyde en de ceraine. Van deze is het eerste het meest algemeen verspreid, en vormt ook alleen de basis van het menschenvet; het cetyloxyde is in het spermaceti, de ceraïne in het was der bijen bevat.

GLYCERINE.

De glycerine wordt uit vet door het zeepvormingsproces afgescheiden, door het zuur van het vet met eene sterkere basis te laten verbinden. Het zuiverst en gemakkelijkst verkrijgt men haar, wanneer men dierlijk vet met loodoxyde kookt. Het vetzure loodoxyde vormt eene in water onoplosbare massa (pleister); de glycerine blijft in het water opgelost; de waterige oplossing wordt door zwavelwaterstof van het overige loodoxyde bevrijd, uitgedampt en boven zwavelzuur in het luchtledige volkomen gedroogd.

De glycerine is eene niet kristalliseerbare, heldere vloeistof van 1,280 spec. gewigt, van eene eenigzins gele kleur, zonder reuk, van eenen sterk zoeten smaak, is gemakkelijk oplosbaar in water en alkohol, en onoplosbaar in aether. Wanneer het verhit wordt, ontwikkelt het eerst waterdampen, en vervolgens onder verhooging van temperatuur, witte, zware, naar honig riekende dampen. Zij lost eene menigte stoffen op, met name jodium, plantaardige zuren, de vervloeijende zouten, zwavelzure potasch, soda, koperoxyde, salpeterzuur-zilveroxyde, bijtende potasch, soda, en in eene kleine hoeveelheid ook loodoxyde.

Men beschouwt de glycerine als het hydraat van een oxyde, welks radicaal, glycyl, nog niet afzonderlijk is verkregen. Volgens PELOUZE is de glycerine zamengesteld uit $C_6\ H\ \ O_5 + Aq.$ het atoomgewigt der watervrije glycerine of van het glycyloxyde, zoo als het in verbindingen voorkomt is $=$ 1045,96. STENHOUSE (2)

---

(1) Latere onderzoekingen van BERZELIUS en anderen hebben geleerd, dat deze basis niet als zoodanig in het vet aanwezig is, maar bij de zeepwording gevormd wordt. Verg. MULDER'S *Phys. Scheik.* bl. 262. BERZELIUS, *Rapport annuel*, 1843, p. 233. VERT.

(2) *Ann. d. pharmacie*, XXXVI, 25.

neemt voor het glycyloxyde de formule C_3 H_4 O aan. (1)

Bij verhoogde temperatuur wordt er een gedeelte glycerine onveranderd overgehaald; het andere gedeelte wordt in brandige oliën, azijnzuur, brandbare gassen ontleed, en laat een koolachtig overblijfsel achter. Chloor ontleedt de glycerine, en er worden zoutzuur en chloorglycerine (C_6 H_{11} O_5 Chl_3), eene olieachtige vloeistof, gevormd. Door salpeterzuur wordt glycerine in koolzuur, zuringzuur en water veranderd. Zoo zij met potaschhydraat verwarmd wordt, dan ontwikkelt er zich waterstof, onder vorming van azijnzuur en mierenzuur.

Glycerine verbindt zich met zwavelzuur. Wanneer men bij een mengsel van zwavelzuur en glycerine in water kalkwater voegt, totdat de vloeistof verzadigd is, dan blijft er in de doorgezegene vloeistof een mengsel van glycerine-zwavelzuur en kalk opgelost, waaruit men met zuringzuur den kalk afscheidt. Het glycerine-zwavelzuur (zuur zwavelzuur glycyloxyde) is in zijne verdunde waterige oplossing kleurloos, zonder reuk en van eenen zuren smaak; het wordt gemakkelijk in zwavelzuur en glycerine ontleed. Zijne zamenstelling is = C_6 H_{14} O_5 + 2 S O_3. De verbin-

---

(1) Onlangs heeft REDTENBACHER de glycerine weder onderzocht, en daarvoor gevonden C_6 H_8 O_2 + 4 H_2 O, eene zamenstelling, welke geheel met die van STENHOUSE overeenkomt, en zich ook sluit aan de vorige van PELOUZE. De glycerine wordt door hem als eene soort van alkohol voorgesteld, welke zich vormt bij de zeepwording. De stoffe C_6 H_8 O_2. door REDTENBACHER acroleïne genoemd, is met aldehyde in zoo verre overeenkomstig, dat door oxydatie daaruit een acidum acrylicum C_6 H_6 O_3 kan gevormd worden, welk laatste zuur met azijnzuur veel overeenkomt. Even als de aldehyde verandert zich de acroleïne zeer gemakkelijk in eene onzijdige kristalliseerbare stoffe. BERZELIUS beschouwt de glycerine alzoo als niet in de onzijdige vetten voorhanden, maar bij de zeepvorming gevormd wordende, terwijl hij de basis der onzijdige vetten beschouwt als een oxyde van een radicaal lipyle C_3 H_4, dus als oxydum lipylicum C_3 H_4 O. Glycerine ontstaat dus uit 2 atomen van dit oxyde en 3 atomen water: 2 × O_3 H_4 O + (3 H^2 O) = C_6 H_{14} O_5. Al de glycerine houdende onzijdige vetten bevatten dus als basis C_3 H_4 O (waar derhalve hier in het vervolg van verbindingen der vetzuren met glycerine sprake is, leze men voor haar lipyloxyde; ter herinnering is achter glycerine een vraagteeken door mij geplaatst), en bij de bereiding derhalve van onzijdige vetten in de planten moet met de vetzuren deze basis gevormd, bij het verbruik van onzijdige vetten in de dieren deze basis verbruikt worden. (MULDER, in zijne *Phys. Scheik.* bl. 262.) Verg. ook BERZELIUS, *Rapport annuel*, 1843, p. 233 en 321. VERT.

dingen van het glycerine-zwavelzuur met kalk en andere bases zijn dubbelzouten van 2 atomen zwavelzuur, 1 atoom glycyloxyde en 1 atoom der andere basis. Zij ontstaan door de ontleding van koolzure loogen door middel van glycerine zwavelzuur, en zijn in water gemakkelijk oplosbaar. Het kalkzout kristalliseert in kleurlooze naaldjes (1).

---

(1) De Jongh (*Scheik. onderzoekingen*, I. 380) heeft aangetoond, dat de glycerine, in water opgelost, door de verdamping gedeeltelijk ontleed wordt en een gekleurd ligchaam doet ontstaan, dat men door onderazijnzuur lood kan nederslaan, of door digestie met loodoxyde kan afscheiden. Wanneer men het nederslag herhaaldelijk afwascht, dan verbindt zich het loodoxyde met koolzuur, en men verkrijgt eene oplossing, die minder loodverzuursel bevat. Wanneer men het snel afwascht, uitperst, in het water ophangt en met zwavelwaterstof-gas ontleedt, dan verkrijgt men eene ongekleurde vloeistof, die bij de uitdamping geel en bruin wordt, op de oppervlakte bruine droppels afzet, en eindelijk een bruin doorschijnend overblijfsel achterlaat. Dit overblijfsel geeft met koud water eene troebele oplossing; kokend water lost het beter op; echter laten zoowel water als alkohol en aether, steeds eene kleine hoeveelheid onopgelost achter. Bijtende potasch lost het zonder iets over te laten op, maar wordt bruin gekleurd. Deze ontleding heeft telkens plaats, zoo dikwijls men glykerine in water op nieuw opgelost, en de oplossing uitdampt. Er vormen zich bij deze gelegenheid twee nieuwe ligchamen: het eene vormt zich ten koste van de lucht, wordt door basisch azijnzuur lood nedergeslagen en niet in het luchtledige gevormd; het andere ontstaat zelfs in het luchtledige, deelt aan de glycerine eene donkergele kleur mede, en wordt niet door het genoemde loodzout nedergeslagen.

Naar aanleiding hiervan vond Döbereiner later (*Journ. f. pr. Chemie*, XXVIII, 498, XXIX, 450), dat de oxydatie der glycerine aanmerkelijk versneld wordt, door haar met platinazwart te vermengen en aan zuurstofgas bloot te stellen. Het mengsel wordt hierbij warm, slorpt het gas in de eerste uren zeer spoedig op, en na 6—8 uren is de glycerine geheel en al in een eigenaardig zuur veranderd. Wanneer de glycerine eenige dagen met platina en zuurstof in aanraking blijft, dan gaat de oxydatie voort, en zij wordt in koolzuur en water ontleed. Het genoemde zuur vormt na de uitdamping der oplossing eene zure en scherpe siroop, die in alkohol oplosbaar is, en onder den invloed van warmte zilver- en kwikzouten herleidt. Hij beschouwt den toestand, waarin de glycerine verkeert, als met dien van alkohol overeenkomstig, even als dit zoo even van Redtenbacher is gezegd. Even als de houtgeest, door oxydatie onder den invloed van platina, mierenzuur en de wijngeest azijnzuur vormt, even zoo ontstaat er onder dezelfde omstandigheden uit glycerine een eigenaardig zuur. 1 atoom glycerine $C_6\ H_{14}\ O_5$ + Aq. doet 3 atomen water ontstaan, en verandert zich in $C_6\ H_6\ O_5$ + Aq. Het zuur, dat uit de acroleine ontstaat, is echter $C_6 H_6 O$ +3 Aq. Verg. de vorige noot en Berzelius t. a. p. 1844, p. 266.

b. VETZUREN.

Alle vetsoorten kunnen, door behandeling met alkohol en aether, of door uitpersing, bij verschillende graden van temperatuur in meerdere ligchamen ontleed worden, die zich door eenen verschillenden graad van smeltbaarheid en door vele andere eigenschappen eigenaardig kenmerken. Deze ligchamen zijn verbindingen der glycerine (?) met verschillende zuren. Men onderscheidt stearine, margarine en elaïne en daarnaar ook vet- of stearinezuur, margarinezuur en elaïnezuur. De beide eerstgenoemde zuren zijn, zoo als door de onderzoekingen van REDTENBACHER, VARRENTRAP en BROMEIS (1) bewezen is, te beschouwen als verschillende verzuringstrappen van hetzelfde radicaal, waaraan men den naam van margaryl gegeven heeft. In de boter komen, behalve de genoemde zuren, ook nog boterzuur, caprine-, capronezuur en andere voor, eveneens in verbinding met glycerine (?), als butyrine, caprone en caprine enz. Deze zuren zijn eigenaardig gekenmerkt door hunnen reuk en hunne vlugtigheid, daar zij met water onveranderd kunnen worden overgehaald. In de hersenen komt volgens FREMY (2) nog een eigenaardig vetzuur voor, *acide cérébrique*, en later is door denzelfden scheikundige nog een nieuw vetzuur in de hersenen ontdekt, en als *acide oléophosphorique* beschreven (3). Het niet geringe aantal van vetzuren, die slechts bij zekere diersoorten of alleen in het plantenrijk voorkomen, ga ik met stilzwijgen voorbij.

1. MARGARYL EN DESZELFS VERZUURSELS.

Wanneer men schapenvet met potasch in zeep verandert, de zeep in 6 deelen warm water oplost, er nog 45 deelen koud water bijvoegt, en de oplossing bij + 15° staan laat, dan zetten er zich na eenigen tijd blaadjes af van dubbel stearinezure potasch, vermengd met dubbel margarinezure potasch en eene kleine hoeveelheid elaïnezure potasch. Verzadigt men vervolgens de vrije potasch der vloeistof met een zuur, en verdunt men ze nogmaals, dan worden

(1) *Ann. d. pharmacie*, XXXV, 46, XXXVI, 58.

(2) *Comptes rendus*, 1840, 9 Nov.

(3) *Ann. de chim. et de physique*, 1841, Août.

er weder margarinezure en stearinezure potasch nedergeslagen. Wanneer deze bewerking meermalen herhaald wordt, dan blijft er slechts elaïnezure potasch in de oplossing over. De nederslagen worden afgewasschen, gedroogd, en in kokenden alkohol opgelost. Bij de verkoeling scheidt zich het eerst de stearinezure potasch, die het minst smeltbaar is, af, vermengd met eene kleine hoeveelheid margarinezure potasch; hoe meer men deze stof bij herhaling in heeten wijngeest oplost en bij de verkoeling laat afscheiden, des te zekerder is men, dat alle margarinezure potasch in den wijngeest wordt teruggehouden. De zuivere stearinezure potasch wordt door koking in water of verdund zoutzuur ontleed, het afgescheiden stearinezuur in kokenden wijngeest opgelost, waaruit het bij de verkoeling in witte blaadjes kristalliseert. Op dezelfde wijze wordt uit zuivere margarinezure potasch het margarinezuur verkregen. Om het margarinezuur te bereiden, bedient men zich echter beter van eene vetsoort, waarin margarine in eene grootere hoeveelheid, dan in schapenvet, bevat is, namelijk van menschenvet.

Het stearinezuur smelt bij + 70°. Uit alkohol gekristalliseerd, vormt het glinsterende, witte schubjes of blaadjes; volgens CHEVREUL verstijft het, bij de verkoeling, tot groepen van glinsterende, witte, in elkander gewevene naaldjes. Het specifiek gewigt van het vaste zuur bedraagt 1,01. Het is in water volkomen onoplosbaar, gemakkelijk oplosbaar daarentegen in aether en kokenden alkohol; uit dit laatste kristalliseert het bij + 53°. Zijne oplossing in wijngeest kleurt lakmoespapier rood. In het luchtledige verhit, vervliegt het, zonder ontleed te worden; aan de lucht wordt het bij overhaling ligt ontleed. Het verbrandt met eene heldere vlam, als die van was.

Het margarinezuur is van het stearinezuur nagenoeg alleen door zijne meerdere smeltbaarheid onderscheiden. Reeds op eene temperatuur van 60° smelt het. Het kristalliseert in naaldjes, die kleiner zijn en minder glinsteren dan die van stearinezuur.

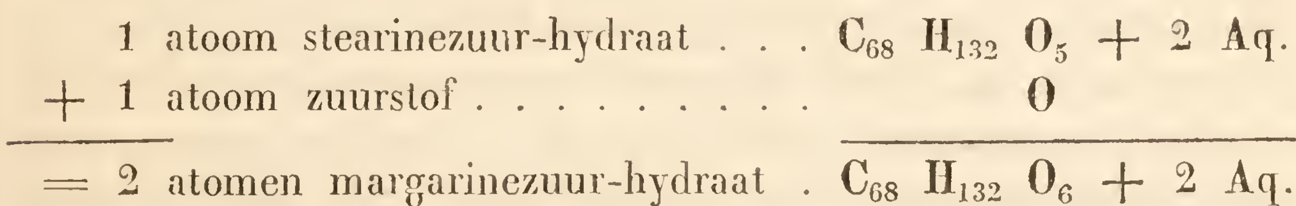
Het stearinezuur bestaat uit $C_{68}\ H_{132}\ O_5$. Het atoomgewigt is = 6521,2. In 100 deelen worden volgens REDTENBACHER gevonden:

koolstof	79,70.
waterstof	12,63.
zuurstof	7,67.

In geïsoleerden toestand is het met 2 atomen water verbonden (stearinezuur-hydraat), welke bij de verbinding met bases worden afgescheiden. Het margarinezuur bevat in 100 deelen:

koolstof	78,53.
waterstof	12,44.
zuurstof	9,06.

Zijne formule is $C_{34}\ H_{66}\ O_3$ (1); het atoomgewigt 3310,6. Het hydraat bevat 1 atoom water. Het radicaal der beide zuren, margaryl, bestaat diensvolgens uit $C_{34}\ H_{66}$; 2 atomen van hetzelve vormen met 5 atomen zuurstof het stearinezuur, ondermargarylzuur $= 2\ (C_{34}\ H_{66})\ O_5$; 1 atoom margaryl met 3 atomen zuurstof vormen het margarine- of margarylzuur. Stearinezuur wordt, wanneer het op de kookhitte gedurende eenen korten tijd met zamengedrongen salpeterzuur behandeld wordt, door zuurstof op te nemen, volkomen in margarinezuur veranderd:



1 atoom stearinezuur-hydraat . . .	$C_{68}\ H_{132}\ O_5 + 2\ Aq.$
+ 1 atoom zuurstof	O
= 2 atomen margarinezuur-hydraat .	$C_{68}\ H_{132}\ O_6 + 2\ Aq.$

Op dezelfde wijze wordt er margerinezuur geboren, wanneer het stearinezuur met zwavel- en chromiumzuur behandeld wordt, waarbij chromiumoxyde wordt afgescheiden. Bij de overhaling van het stearinezuur wordt er, behalve margarinezuur, nog een lager verzuringsproduct van het margaryl gevormd, de margarone (margaryloxyde), $C_{33}\ H_{66}\ O$, onder gelijktijdige vorming van koolzuur, gekoold waterstof en water. REDTENBACHER neemt aan, dat het stearine-zuur bij blootstelling aan warmte eerst in margarinezuurhydraat en margarone ontleed wordt, even als onderzwavelzuur in zwavelzuur en zwaveligzuur, en dat vervolgens een gedeelte van het margarinezuur eveneens in margarone en de overige ontledings-

(1) BERZELIUS heeft opgemerkt, dat met de analysen de volgende formulen beter overeenkomen:

voor stearinezuur	$C_{68}\ H_{136}\ O_5 + H_2\ O.$
voor margarinezuur . . .	$C_{34}\ H_{68}\ O_3 + H_2\ O.$
voor elaïnezuur	$C_{44}\ H_{80}\ O_4 + H_2\ O.$

Verg. MULDER'S *Phys. Scheik.* bl. 263.

producten gescheiden wordt. De margarone is eene blinkend witte, parelmoerglans bezittende en bij 76° smeltbare massa. Zij is in water onoplosbaar, oplosbaar daarentegen in kokenden alkohol en aether.

Wanneer stearine- of margarinezuur gedurende eenige dagen onder den invloed van warmte met salpeterzuur behandeld wordt, dan gaat het geheel en al in barnsteenzuur en kurkzuur over.

Het stearinezuur is in zwavelzuur oplosbaar, en vormt daarmede eene verbinding, die voor kristalvorming geschikt is, en nog niet verder is onderzocht. Ook door de werking van zwavelzuur op margarine ontstaat er een nieuw ligchaam, margarine-zwavelzuur, welligt eene verbinding van zwavelzuur en margarinezuur. Uit haar ontwikkelen zich gedeeltelijk in de hitte, gedeeltelijk bij gewone temperatuur verschillende stoffen, welke door Frémy hydromargarinezuur, metamargarinezuur en hydromargaritinezuur genoemd zijn, doch waarmede wij ons niet verder zullen inlaten.

Het stearine- en margarinezuur zijn zwakke zuren; zij verbinden zich met bases en drijven bij eene hooge temperatuur het koolzuur uit zijne verbindingen, terwijl zij echter door de meeste overige zuren uit hunne zouten worden afgescheiden. De onzijdige zouten van het stearine- en margarinezuur met de zuivere alkaliën zijn in water oplosbaar; de zure zouten (er bestaan dubbele tot vierdubbele stearinezure potasch en soda) en de zouten met alle overige bases zijn in water onoplosbaar. Stearinezure zwaaraarde, strontiana en kalk komen als smaak- en reuklooze witte poeders voor; de stearinezure zuivere alkaliën kristalliseren in den vorm van glinsterende schubjes en blaadjes. Onzijdige stearinezure potasch en soda komen in dierlijke vloeistoffen, met name in de gal, voor. (1)

De verbindingen van het stearine- en margarinezuur met glycerine (?) maken een hoofdbestanddeel van het vet uit, dat in de cellen van het vetweefsel bevat is. De dubbel stearinezure glycerine (?), dubbel ondermargarylzuur glycyloxyde-hydraat (?), gewoonlijk eenvoudige stearine genoemd, wordt uit het schapenvet verkregen door het gesmolten vet met 5—6 deelen aether te schudden en na de verkoeling sterk uit te persen. Men scheidt daardoor de elaïne af, welke

(1) Gmelin, *Chemie*, II, 1430

bij gewone temperatuur vloeibaar is. Het is intusschen zeer moeijelijk om de stearine volkomen zuiver te verkrijgen. Zij smelt bij 62°. In water is zij onoplosbaar; in alkohol slechts bij verhoogde temperatuur; ook aether slaat de stearine, welke hij kokend gemakkelijk oplost, bij verkoeling grootendeels weder neder, en houdt bij + 15° slechts $^1/_{125}$ van zijn gewigt opgelost. Vette en aetherische oliën, carburetum sulphuris of zwavelkoolstof en houtazijn lossen de stearine evenzeer op. De gesmoltene en weder verstijfde stearine vormt eene witte, wasachtige, half doorschijnende, niet kristalachtige massa, welke zich gemakkelijk stukwrijven en tot poeder brengen laat. Uit hare oplossingen wordt de stearine in kristalachtige blaadjes of witte vlokken nedergeslagen. Bij de drooge overhaling levert de stearine stearinezuur en zijne ontledingsproducten; door zuren en bases wordt zij op de opgegevene wijze in stearinezuur en glycerine ontleed.

De zure (?) margarinezure glycerine (?), margarylzuur glycyloxyde hydraat of margarine wordt verkregen, wanneer de aetherische vloeistof, waaruit de stearine afgescheiden is, aan de vrije verdamping wordt overgelaten. De vlokken, die zich afscheiden, worden door uitpersing van elaïne bevrijd. De margarine smelt bij 48°. Zij is in aether veel gemakkelijker oplosbaar dan stearine, zoodat zij bij + 12° slechts 5 deelen aether ter oplossing behoeft; in alkohol van gewone temperatuur is zij nagenoeg even zoo gemakkelijk oplosbaar, als in kokenden. Voor het overige gedraagt zij zich geheel en al als stearine.

2. OLIEZUUR, ELAÏNEZUUR OF OLEÏNEZUUR. (1)

Uit de elaïnezure potasch, welke bij de bereiding der stearinezure en margarinezure potasch verkregen wordt en in de oplossing overblijft, wordt het elaïnezuur door middel van een delfstoffelijk zuur afgescheiden en door herhaalde schudding met warm water afgewasschen.

Het is eene helder gele, olieachtige vloeistof, welke eerst eenige

(1) Niet te verwarren met olinezuur, een zuur, dat slechts in de uitdroogende oliën van het plantenrijk voorkomt.

graden onder 0 tot eene witte, uit naaldvormige kristallen gevormde massa verstijft. Het is zeer zuur, van eenen ranzigen reuk en smaak. Het specifiek gewigt is = 0,898. Het is niet in water oplosbaar, maar in alle verhoudingen in alkohol. In het luchtledige kan men het zuur onveranderd overhalen.

100 deelen elaïnezuur bestaan volgens VARRENTRAP uit:

koolstof . . .	76,59,	76,45.
waterstof . . .	12,03,	12,18.
zuurstof . . .	11,58,	11,37.

De formule is $C_{44}\ H_{78}\ O_4$; het atoomgewigt is = 4249,84.

Bij de overhaling wordt het elaïnezuur voor het grootste gedeelte ontleed. Er worden vetzuur, koolzuur, gekoold waterstofgas gevormd, en er blijft kool achter. Het vetzuur ($C_{10}\ H_{16}\ O_3$) ontstaat slechts door drooge overhaling van elaïnezuur en olinezuur; het komt voor in witte, parelmoerachtig glinsterende, smalle blaadjes; het smaakt en reageert zwak zuur, smelt bij 127°, en is in koud water moeijelijk oplosbaar. Onder den invloed van salpeterzuur wordt het elaïnezuur in een groot aantal van verschillende zuren, met name kurkzuur, pimelinezuur, adipinezuur en lipinezuur, ontleed. Salpeterigzuur ontleedt het elaïnezuur in elaïdinezuur en een rood, olieachtig ligchaam. Zoo elaïnezuur met potasch-hydraat verhit wordt, dan ontwikkelt er zich waterstof, en er ontstaan azijnzuur en olidinezuur, benevens eene kleine hoeveelheid koolzuur en zuringzuur.

Het elaïnezuur gaat met het zwavelzuur eene soortgelijke verbinding aan, als het stearine- en margarinezuur; de verbinding wordt elaïne-zwavelzuur genoemd. Het elaïnezuur drijft het koolzuur uit zijne verbindingen uit. De elaïnezure zouten kristalliseren niet gemakkelijk; de oplosbare zijn week, ligt smeltbaar, gemakkelijker oplosbaar in wijngeest dan in water. De elaïnezure potasch en soda worden in eene toereikende hoeveelheid water in dubbel elaïnezuur zout en vrije basis gescheiden. Elaïnezure soda is met de stearinezure in de gal bevat.

De elaïnezure glycerine (?), welke oleïne of elaïne genoemd wordt, bezit in verschillende vetsoorten eenen verschillenden graad van smeltbaarheid. De elaïne van reuzel wordt bij + 7° vast, die van

menschenvet eerst bij — 4°, hetgeen wel door de bijmenging van verschillende hoeveelheden stearine zal veroorzaakt worden, daar zij zich van deze moeijelijk geheel en al laat bevrijden. Men zuivert haar, zooveel als mogelijk is, door de aetherische en alkoholische oplossingen van vet, waaruit zich stearine en margarine hebben afgezet, aan koude bloot te stellen. De elaïne is olieachtig, vloeibaar, stolt eerst bij eene lagere temperatuur. Zij is gemakkelijk in wijngeest en aether oplosbaar, onoplosbaar in water, en verbrandt met eene heldere vlam. Zij lost phosphor, kamfer, aetherische oliën, benzoëzuur en andere zuren op.

3. BOTERZUUR.

Het boterzuur wordt uit de boter verkregen. (1) Deze wordt met potasch tot zeep vervormd, de opgeloste zeep door middel van verdund zwavelzuur ontleed en overgehaald. Het boterzuur gaat in verbinding met boteroliezuur-capryline- (2), caprine- en capronezuur, voor een gedeelte in water opgelost, voor een ander deel daarop drijvende, over, terwijl margarine- en elaïnezuur met de glycerine achterblijven. Het overgehaalde wordt met baryta verzadigd en gedroogd. De gedroogde massa bestaat uit boterzure, boteroliezure, caprine-, capryline- en capronezure zwaaraarde. Van deze drie zouten is de boterzure zwaaraarde het gemakkelijkst in water oplosbaar; zij behoeft slechts 2,77 deelen water tot oplossing, en wordt daarom van de andere zouten gescheiden, door het mengsel herhaaldelijk met kleine hoeveelheden water te behandelen. De boterzure zwaaraarde wordt door zwavelzuur ontleed, waarbij het boterzuur zich als eene dunne, olieachtige vloeistof afscheidt. Het riekt naar ranzige boter, bezit eenen bijtenden smaak, en 0,9765 spec. gewigt. Het is nog bij — 9° vloeibaar; boven de 100° kookt het en vervliegt zonder ontleed te worden. Het verbrandt met eene heldere vlam. In water, aether en alkohol is het in alle verhoudingen oplosbaar. Uit de waterige oplossing wordt het

(1) Ook door de gisting van rietsuiker wordt er boterzuur gevormd. Vergl. BERZELIUS, *Rapport annuel*, 1844, p. 312. VERT.

(2) Vergel. de 2[de] en 3[de] noot op bladzijde 137. VERT.

door zamengedrongene zuren, met name door phosphorzuur, weder afgescheiden. Het watervrije boterzuur bestaat uit $C_8\ H_{12}\ O_3$, het hydraat uit $C_8\ H_{12}\ O_3 + Aq.$ (1) Het atoomgewigt is = 909,922.

Wanneer boterzuur in verbinding met baryta aan de drooge overhaling wordt onderworpen, dan wordt het in gekoold waterstofgas, koolzuur en eene aetherische vloeistof, butyrone, gescheiden. Dit laatste ligchaam, uit $C_6\ H_{12}\ O$ zamengesteld, waterhelder, dun vloeibaar, bezit eenen aangenaam aetherischen reuk, en is in alkohol en aether oplosbaar.

De boterzure zouten zijn in gedroogden toestand reukloos; door bijvoeging van een sterker zuur ontwikkelt zich terstond de reuk naar boterzuur. Zij zijn, zoo als het schijnt, alle in water oplosbaar en bezitten de geschiktheid om te kristalliseren. De boterzure glycerine (?), butyrine, is in de boter aanwezig in verbinding met stearine, margarine, elaïne, caprine en caprone. Zoo gesmolten en gezuiverde boter bij 19° eenige dagen staat, dan wordt de stearine en margarine vast. Het vloeibare gedeelte wordt met wijngeest van 0,796 specifiek gewigt geschud, welke de elaïne onopgelost laat en de overige vetsoorten oplost. Deze van elkander te scheiden is tot nog toe niet mogelijk. Haar mengsel, dat na de verdamping van den wijngeest overblijft, is eene kleurlooze olie, die eenen smaak en reuk naar boter bezit, bij 0° vast wordt, en in alkohol gemakkelijk oplosbaar is. Wanneer de butyrine gedurende eenen langen tijd aan de lucht wordt blootgesteld, dan wordt zij zuur of ranzig door het vrijworden van boterzuur.

4. CAPRONEZUUR.

De bereiding der capronezure zwaaraarde en de wijze, waarop zij van de boterzure baryta moet worden gescheiden, is reeds boven opgegeven; na de afscheiding der boterzure zwaaraarde blijft zij nog met caprinezure baryta verbonden; zij is gemakkelijker oplosbaar dan deze, en scheidt zich daarom bij de verkoeling het eerst af. Door zwavelzuur wordt de capronezure zwaaraarde ontleed.

---

(1) PELOUZE en GELIS, en later REDTENBACHER, vonden 2 atomen meer hydrogenium, zoowel bij de ontleding van het vrije zuur, als van zijne zouten.

VERT.

Het zuur bezit zeer veel overeenkomst met het boterzuur, en onderscheidt zich daarvan hoofdzakelijk door zijne geringe oplosbaarheid in water. Het bestaat uit C_{12} H_{19} O_3 en een atoom water, dat bij de verbinding met bases ontwijkt. (1)

5. CAPRINEZUUR.

Uit het boven aangevoerde volgt van zelve op welke wijze dit zuur wordt verkregen.

Het is bij eene lagere temperatuur vast en bestaat uit fijne naaldjes. Bij 21° heeft het 1000 deelen water ter oplossing noodig. (2)

Waarschijnlijk zijn de beide laatste genoemde zuren in de boter met glycerine (?) verbonden tot caprone en caprine. (3)

---

(1) REDTENBACHER (verg. BERZELIUS, *Rapp. annuel*, 1844, p. 390) vond de zamenstelling van het capionezuur uit vele analysen als C_{12} H_{22} O_3. Bij door gebrekkig voedsel magere koeijen vond hij in 1842, in plaats van dit zuur en het boterzuur, één enkel zuur, waarvan het barytazout, van die der vorige zeer verschilde. Hij heeft het *vaccininezuur* genoemd, en zamengesteld gevonden uit C_{20} H_{36} O_5. De melk, waaruit het werd verkregen, bevatte geen spoor van boterzuur. Later heeft hij het niet kunnen vinden. VERT.

(2) De caprinezure zwaaraarde van CHEVREUL is, volgens de latere onderzoekingen van REDTENBACHER, uit twee onderscheidene zouten zamengesteld, welke men door hunne verschillende oplosbaarheid van elkander kan scheiden. Het éénе, waarvoor de naam caprinezuur door hem is behouden, kristalliseert het eerst; het andere, door hem caprylinezure zwaaraarde genoemd, later. Het *caprinezuur* van REDTENBACHER bestaat uit C_{20} H_{38} O_3, het *caprylinezuur* uit C_{16} H_{30} O_3; vereenigd vormen zij het caprinezuur van CHEVREUL, C_{18} H_{29} O_3. VERT.

(3) Behalve deze zuren, werd er door BROMEIS (*Ann. d. Chem. u. Pharm.* XL, 66) uit de boter nog een nieuw zuur afgescheiden, het boteroliezuur, *acidum eleobutyricum*, dat onoplosbaar in water, zeer oplosbaar in alkohol en aether is en met de basis zouten vormt, die alle in aether oplosbaar zijn. Hij verkreeg het door het vloeibare botervet te verzeepen, scheidde de vetzuren af, en kookte deze met water, om de vlugtige te doen ontwijken. Daarna bereidde hij het loodzout, dat hij in aether oploste, om het margarinezure loodoxyde te verwijderen, dat daarin onoplosbaar is. Na het loodzout ontleed te hebben, herhaalde hij deze behandeling, om zeker te zijn, dat alle margaras plumbi verwijderd was. Nadat daarna het loodoxyde met zoutzuur was verwijderd, verkreeg hij een vloeibaar en geel zuur. In 12 deelen alkohol opgelost en met dierlijke kool behandeld, werd het kleurloos als water. Zijne zamenstelling wordt door BROMEIS als C_{34} H_{60} O_4 + Aq. opgegeven. In verbinding met lipyloxyde vormt het de butyrelaïne (BERZELIUS, *Rapport annuel*, 1843, p. 379). Het boteroliezuur

6. CEREBRINEZUUR.

Het cerebrinezuur (*acide cérébrique*, Fremy) komt met elaïne, cholestearine en oleophosphorzuur in de hersenen voor, deels vrij, deels in verbinding met soda.

Het cerebrinezuur wordt verkregen door het overblijvende van het aetherextract der hersenen nogmaals met eene groote hoeveelheid aether te digereren. Er wordt dan eene witte zelfstandigheid nedergeslagen, welke men door doorzijging afscheidt. Aan de lucht blootgesteld, verandert deze zich in eene wasachtige massa. Zij bestaat uit cerebrinezuur met phosphorzuren kalk of soda, oleophosphorzuur met kalk of soda en eiwit. Men behandelt het nederslag met heeten, met zwavelzuur ligt zuur gemaakten wijngeest. Er vormen zich alsdan zwavelzure kalk en zwavelzure soda, die men met het eiwit door filtratie afscheidt; de vetzuren blijven opgelost en worden bij de verkoeling nedergeslagen. Koude aether lost het oleophosphorzuur op, en laat het cerebrinezuur achter. Door herhaalde koking in aether en kristallisatie wordt het laatste zuiver verkregen.

Het zuivere cerebrinezuur is wit, komt in kleine kristalachtige korreltjes voor, is volkomen in heeten alkohol oplosbaar, nagenoeg in het geheel niet in kouden aether, gemakkelijker in kokenden. In heet water zwelt het op, even als zetmeel, zonder opgelost te worden. Het smelt bij eene hoogere temperatuur. Bij de verbranding verspreidt het eenen eigenaardigen reuk en laat eene kool achter, die moeijelijk verbrandt en merkbaar zuur is. Door zwavelzuur wordt het cerebrinezuur zwart gekleurd, door salpeterzuur slechts langzaam ontleed.

Het cerebrinezuur bevat stikstof en phosphor, en bestaat in 100 deelen uit:

koolstof	66,7.
waterstof	10,6.
stikstof.	2,3.
phosphor	0,9.
zuurstof.	19,5.

---

nadert zeer de zamenstelling van het margarinezuur; $C_{34}\ H_{70}\ O_4$ en schijnt dus door oxydatie uit het laatste te ontstaan. Mulder, *Phys. Scheik.* bl. 273.

Vert.

Het cerebrinezuur gaat met alle bases verbindingen aan. Wanneer men zijne alkoholische oplossing met potasch, soda of ammonia zamenbrengt, dan ontstaat er een in alkohol onoplosbare nederslag. Met kalk, baryta en strontiana verbindt het zich regtstreeks. Het barytazout bevat op 100 deelen zwaaraarde 7,8 zuur. Het cerebrinezuur sluit zich door zijne oplosbaarheid in alkohol en aether allezins bij de vetzuren aan, doch onderscheidt zich wezenlijk daarvan door zijn hooger smeltpunt en de soort van het hydraat, dat het met water vormt. Wanneer het een eenvoudig naast bestanddeel is, hetgeen men nog betwijfelen mag, dan zou het reeds door zijn stikstofgehalte van de vetsoorten moeten worden afgescheiden.

7. OLEOPHOSPHORZUUR.

Behalve het cerebrinezuur komt er, volgens Fremy (1), in de hersenen nog een ander vetzuur, oleophosphorzuur (*acide oléophosphorique*) voor, eveneens gewoonlijk in zeepvormigen toestand, als sodazout.

Op de bij het cerebrinezuur opgegevene wijze bereid, is het nog dikwijls met soda verbonden. Deze scheidt men met een zuur af en trekt de massa met heeten alkohol, die bij de verkoeling het oleophosphorzuur nederslaat. Bijgemengde elaïne verwijdert men door watervrijen alkohol, de cholestearine door alkohol en aether, waarin deze zich gemakkelijker dan oleophosphorzuur oplost. Intusschen blijven er aan dit zuur steeds eenige sporen van cholestearine en cerebrinezuur aanhangen.

In zooveel mogelijk zuiveren toestand is het oleophosphorzuur geel, als elaïne, taai, onoplosbaar in water en kouden alkohol, ligt oplosbaar in heeten alkohol en aether. In kokend water zwelt het eenigzins op. Wanneer het met potasch, soda en ammonia in aanraking komt, levert het zeepvormige verbindingen, die in alle opzigten met het aetherextract der hersenen overeenkomst bezitten. Het verbrandt in de lucht en laat eene sterk zure kool achter, waarin men de aanwezigheid van phosphorzuur herkent. Het oleo-

---

(1) *Ann. de chim. et de phys.* 1841, Août.

phosphorzuur bezit de eigenschap van, na eene lang voortgezette koking in water of alkohol, in eene vloeibare olie veranderd te worden, die uit zuivere elaïne bestaat. De vloeistof reageert alsdan sterk zuur door het vrije phosphorzuur. Deze ontleding grijpt zeer snel plaats, wanneer het water of de wijngeest, welken men er toe bezigt, zwak zuur zijn. Zij grijpt ook bij gewone temperatuur plaats, maar langzaam. Voor het overige is het oleophosphorzuur geen mengsel van elaïne en phosphorzuur, daar zij in kouden, watervrijen alkohol volstrekt onoplosbaar is. Tot de invloeden, welke eene voorwaarde voor de ontleding van het oleophosphorzuur uitmaken, behoort ook de rotting. Versche hersenen bevatten oleophosphorzuur; eenigen tijd aan zichzelven overgelaten, leveren zij elaïne en vrij phosphorzuur. Door rookend salpeterzuur wordt het oleophosphorzuur ontleed; er ontstaan phosphorig zuur, dat opgelost blijft, en een vetzuur, dat op de vloeistof drijft. De hoeveelheid phosphor, op deze wijze berekend, bedraagt 1,9 tot 2 procent. De alkaliën veranderen het oleophosphorzuur in phosphorzuur, elaïnezure zouten en glycerine.

Hoewel het oleophosphorzuur zich niet door de inwerking van phosphorzuur op elaïne vormen laat, houdt Frémy het echter voor waarschijnlijk, dat het door eene vereeniging van phosphorzuur en elaïne ontstaat, en dat het eene verbinding is, aan het elaïnezwavelzuur verwant.

Van de hier beschrevene bestanddeelen der vette ligchamen komen de basische nimmer en de zuren slechts zelden afzonderlijk voor. Het boterzuur is volgens Berzelius vrij in de urine, volgens Gmelin in het maagsap en somtijds in de huiduitwaseming aanwezig. Margarine- en elaïnezuur komen volgens le Canu vrij in het bloed voor. In verbinding met soda worden er eenige vetzuren, zoo als vermeld is, in de gal en in de hersenen gevonden. Verreweg het menigvuldigst zijn de vetzuren met glycerine verbonden, en dan weder op eene verschillende wijze met elkander vermengd.

Een mengsel van stearine, margarine en elaïne is in de cellen van het eigenlijke zoogenaamde vetweefsel bevat, waartoe ook het

beenmerg behoort. De betrekkelijke hoeveelheden dezer stoffen loopen bij de verschillende diersoorten zeer uiteen, en daarvan is de vastheid van het vet afhankelijk. Hoe meer elaïne er in bevat is, des te weeker en vloeibaarder is het vet; de vetsoorten, waarin het het hoofdbestanddeel vormt, worden oliën genoemd; die van eene middelmatige consistentie noemt men smeer, en aan de hardste vetsoorten geeft men bij voorkeur den naam van vet. In het vet vormt de stearine, in het smeer de margarine hoofdzakelijk het vaste bestanddeel. Het menschenvet behoort tot de smeersoorten en wordt eerst bij + 17° en daaronder vast. De vastheid schijnt ook in hetzelfde ligchaam niet overal dezelfde te zijn; het nierenvet is bij 17° geheel en al vast; het vet in het onderhuidscelweefsel is bij 15° nog geheel en al vloeibaar (Chevreul). Reuzel, welke nog iets vaster is dan menschenvet, bevat 62 deelen elaïne en 38 deelen margarine en stearine.

Het vet vormt bovendien een wezenlijk of toevallig bestanddeel van vele weefsels en vloeistoffen. Het is, zoo als vermeld is, een wezenlijk bestanddeel der hersenen, de elaïne namelijk en het cerebrine- en oleophosphorzuur; het hoopt zich onder zekere omstandigheden in de cellen der kraakbeenderen op. Standvastig wordt het in de chijl, in den etter, in het bloed, in de gal en melk gevonden. In de melk komen behalve de gewone vetsoorten ook butyrine, caprone en caprine voor. Andere afgescheidene vloeistoffen voeren kleine hoeveelheden vet mede, zelfs de urine. Alle proteineverbindingen, die men uit dierlijke vloeistoffen bereidt, bezitten eenig vet, dat haar door aether of kokenden wijngeest onttrokken wordt. Of dit vet er somtijds scheikundig mede verbonden zij, moet men betwijfelen. In de chijl en de melk is het in cellen, in den vorm van kleine blaasjes ingesloten; in den etter schijnt het de kernen der etterbolletjes te vormen; bovendien worden er steeds ook grootere en kleinere vetdroppels ontdekt, welke zich mikroskopisch van de overige vloeistof en ook van de vetcellen of blaasjes laten onderscheiden. Zij zijn plat, terwijl de vetblaasjes rond zijn, en daarom, hoewel de zelfstandigheid in de droppels en blaasjes dezelfde is, schijnbaar een veel sterker lichtbrekingsvermogen en meer donkere omtrekken bezitten. De grootte der droppels is bovendien minder bestendig dan die der cellen, en de

eersten kunnen, wanneer zij met elkander in aanraking komen, ineenvloeijen.

Eenige der dierlijke vetsoorten, en juist de meest algemeen verspreide, komen ook in het plantenrijk voor. De cacaoboter bevat stearine, de palm- en laurierolie margarine, de lijn-, notenbast-, hennip- en maankopolie, en vele andere bevatten elaïne.



OVER DE

MORPHOLOGISCHE BESTANDDEELEN

VAN HET

MENSCHELIJK LIGCHAAM.

INLEIDING.

Het dierlijk ligchaam bestaat uit een zeker aantal van organen of leden. Elk derzelve kan men, wanneer men ze afzonderlijk beschouwt, in deelen ontleden, die geene overeenkomst met elkander bezitten. Al spoedig echter blijkt het, dat deze deelen zich in verschillende organen onder denzelfden vorm voordoen, doordien zij gedeeltelijk zeer naauw met elkander zamenhangen en op zichzelve één geheel vormen, zoo als zenuwen, bloedvaten, celweefsellagen, gedeeltelijk in kenmerken, die wij voor wezenlijke houden, met elkander overeenkomen, en zich slechts in minder gewigtige eigenschappen, in vorm, grootte enz. van elkander onderscheiden.

De leer, welke zich ten doel stelt, om in verschillende organen de gelijksoortige deelen op te zoeken, ze met elkander te vergelijken en hunne algemeene kenmerken, die overal worden aangetroffen, vast te stellen, is de algemeene ontleedkunde, weefselleer, *histologia;* de bestanddeelen, welke de organen zamenstellen, heeten weefsels.

De histologie is zoo oud als de wetenschap van het maaksel des menschelijken ligchaams in het algemeen; ook de oudste waarnemers zagen, dat beenderen, pezen, vaten, enz. in alle ligchaamsstreken zich met dezelfde eigenaardige kenmerken voordeden, en de oudste geneeskundigen vooronderstelden stilzwijgend de identiteit van zekere, in vorm en betrekkelijke ligging van elkander afwijkende weefsels, wanneer zij b. v. voor de genezing eener beenbreuk algemeene, op alle beenderen toepasselijke voorschriften gaven. Men bezat echter geen histologisch stelsel en was zich wel evenmin

van de gronden bewust, waarop deze en gene deelen als gelijksoortige werden beschouwd. Fallopius, aan wien wij het eerste afzonderlijke werk over algemeene ontleedkunde te danken hebben (1), stelde wel is waar zoodanige beginselen voor de indeeling der weefsels vast, b. v. naar hunnen oorsprong, in deelen, die uit het bloed en in deelen, die uit het zaad bereid werden, of naar den vorm, in warme en koude, vochtige en drooge weefsels; maar hij zet geene dezer indeelingen voort, en voert slechts achtereenvolgend een aantal van weefsels aan, waarvan hij het maaksel en het nut schildert. Vóór en na hem werden er door sommigen vele voortreffelijke waarnemingen over het fijnere maaksel van afzonderlijke organen en stelsels, voornamelijk omtrent de verspreiding der fijnere bloedvaten, gemaakt; maar eerst in het begin van onze eeuw werd de leer der weefsels weder in zamenhang en in eenen wetenschappelijken vorm voorgedragen, die zich nagenoeg tot op onze dagen heeft staande gehouden en op de gedaante der physiologie en geneeskunde den onmiskenbaarsten invloed heeft uitgeoefend. De schepper van dezen vorm, eigenlijk de schepper der histologie, is Bichat.

De wijze, waarop Bichat de weefselleer bearbeidde, was voornamelijk door Haller's ontdekkingen voorbereid. Haller schreef aan de dierlijke vezels, die zich door de aanraking met vreemde ligchamen verkorten, eene eigenaardige kracht toe, irritabiliteit; hoe grooter de irritabiliteit was, des te sterker was de verkorting. Hij noemde sensibile vezels die, welke bij aanraking den indruk aan de ziel mededeelden (2). Hij en nagenoeg alle physiologen van zijnen tijd hielden zich vooral bezig met het onderzoek der ligchaamsdeelen en weefsels ten opzigte van hunne sensibile of irritabile natuur. Hieruit volgde echter, dat aan de levende organische vezels bepaalde krachten gebonden waren, welke door de menigvuldigste uitwendige invloeden in werking gebragt werden, en waardoor zich de organische vezels van alle anorganische ligchamen en van elkander zelve onderscheidden. Het begrip van de physiologische energie der weefsels ontwikkelde zich, en men

(1) *Lectiones* Gabr. Fallopii *de partibus similaribus humani corporis ex diversis exemplaribus a* Volchero Coitero *collectae.* Norimb. 1775.

(2) A. de Haller, *Mémoire sur la nature sensible et irritable des parties du corps animal.* Lausanne 1756, I, 7.

erkende de bijzondere physiologische processen als voortvloeijende uit de werkzaamheid van bijzondere, prikkelbare en op eene eigenaardige wijze reagerende dierlijke stoffen. Eenen aanmerkelijken invloed oefenden op BICHAT, zoo als hij zelf erkent, verder ook de opmerkingen uit, welke PINEL over de overeenkomst der pathologische verschijnselen in de vliezen van verschillende organen mededeelde. »Wat doet het er toe," zeide deze groote arts, »dat de arachnoïdea, de pleura, het peritoneum zich in verschillende streken van het menschelijk ligchaam bevinden, daar deze vliezen in hunne structuur algemeene punten van overeenkomst aanbieden? Zij lijden in staat van ontsteking aan gelijke stoornissen, en moeten daarom in eene afzonderlijke orde worden zamengevat en slechts afzonderlijke geslachten daarvan vormen." Het was een even zoo stoute als gelukkige gedachte, om de ziekten van het inwendige vlies der maag met de catarrhale aandoeningen van het slijmvlies van den neus en de blennorrhagie der pisbuis onder ééne rubriek te brengen. PINEL legde daardoor het eerst den grond voor eene natuur-historische indeeling der ziekten naar hare anatomische kenmerken, waarop onze tijd zich zoo beroemt; aan de histologie echter bewees hij eene dubbele dienst, daar hij ook de belangstelling der artsen voor haar opwekte en voor de onderscheiding der weefsels ook hunne verhouding in zieken toestand dienstbaar leerde maken. Eindelijk mogen wij ook het aandeel niet over het hoofd zien, hetwelk de toen reeds zoo ver gevorderde ontwikkeling der natuurkundige wetenschappen aan de werken van BICHAT had. Hij merkte met spijt op, hoezeer de methode der physiologen van die afwijkte, langs welke de natuurkundigen te werk gingen. De natuurkundigen, zeide hij, zien overal verschijnselen der zwaartekracht, elasticiteit enz.; de scheikundigen brengen alle verschijnselen tot die der verwantschap terug; maar de physiologen zijn van de verschijnselen nog niet tot de eigenschappen der stof opgeklommen, waarop zij berusten. De organische en vitale eigen-

(1) PH. PINEL'S *Philosophische Nosographie. A. d. Franz. nach der sechsten Originalausgabe von* PFEIFFER. *Kassel* 1829, Bd. I, S. XXIV. De eerste uitgave der *Nosographie philosophique* verscheen in 1798.

schappen der dierlijke stoffen uit te vorschen, moet alzoo het voornaamste, de basis der physiologie zijn.

De afzonderlijke weefsels zijn derhalve, volgens BICHAT's meening, even zoo vele verschillende, met bijzondere krachten toegeruste stoffen, door welker verbinding de organen gevormd worden, en van welker eigenschappen de werkzaamheid van het orgaan afhankelijk is, zoo als eenigermate door de elasticiteit van het metaal en de zwaarte van het water de gang eener machine bepaald wordt. Van elk weefsel beschrijft hij de physische en chemische kenmerken, de levenseigenschappen en ziekelijke metamorphosen. De bouwstoffen daartoe leverden hem nagenoeg alleen zijne onderzoekingen, vivisectiën, lijkopeningen, ontleding der weefsels met het mes, door maceratie en chemische herkenningsmiddelen.

In Frankrijk, waar BICHAT zelve werkte, terwijl hij onderwijs gaf, en waar zijn vroege dood, het gevolg van te sterke inspanning zijner krachten, de algemeene deelneming opwekte, hadden zijne beschouwingen in den kortsten tijd wortel gevat. In Duitschland werden zij door eene vertaling van PFAFF bekend; eigenlijk leven verkregen zij echter aldaar eerst, nadat PH. V. WALTHER haar als het ware den geest der toen ter tijde aldaar heerschende philosophie inblies.

Intusschen bereikte het systeem van BICHAT in de uitvoering op verre na niet het doel, waarvan hij zich zoo helder bewust was en waarnaar hij zoo ijverig streefde. De weefsels, welke hij voor eenvoudige hield en die hij als grondstoffen der organische ligchamen met de waterstof, koolstof, stikstof enz. in de anorganische natuur vergelijkt, zijn de volgende:

1. Het celweefsel.
2. Het zenuwweefsel van het animale leven.
3. Het zenuwweefsel van het organische leven.
4. Het weefsel der slagaders.
5. Het weefsel der aders.
6. Het weefsel der uitwasemende vaten.
7. Het weefsel der opslorpende vaten en hare klieren.
8. Het beenweefsel.
9. Het mergweefsel.

10. Het kraakbeenweefsel.
11. Het vezelachtig weefsel.
12. Het vezelachtig kraakbeenweefsel.
13. Het spierweefsel van het animale leven.
14. Het spierweefsel van het organische leven.
15. Het slijmvliesweefsel.
16. Het weivliesweefsel.
17. Het weefsel der synoviale vliezen.
18. Het klierweefsel.
19. Het huidweefsel.
20. Het opperhuidweefsel.
21. Het haarweefsel.

Onder deze weefsels zijn de minste werkelijk eenvoudig en gelijksoortig; de meeste zijn organen, óf, zoo als de slagaders, watervaten, wei- en slijmvliezen, uit verscheidene vliezen van verschillend maaksel en verschillende vitale eigenschappen zamengesteld, óf uit eigenaardige elementen met celweefsel en vaten vermengd gevormd. Organen van een bepaald specifiek maaksel zijn over het hoofd gezien, zoo als de gele banden, de kristallens en het hoornvlies; weefsels, die op dezelfde wijze gevormd zijn, in twee of drie klassen verdeeld. Vele dezer gebreken werden terstond opgemerkt, en zoo werden er door latere bearbeiders der histologie enkele weefsels van de lijst geschrapt, zoo als b. v. het weefsel der uitwasemende vaten, andere onder eenen gemeenschappelijken naam zamengevat, en nieuwe er bijgevoegd (het *Système érectile* van RICHERAND, het elastische weefsel van CLOQUET); ook werden er pogingen gedaan, om de bijzondere weefsels in grootere groepen en afdeelingen af te deelen, b. v. in algemeene en bijzondere (MECKEL), in eenvoudige en zamengestelde (RUDOLPHI, WAGNER), in eenvoudige, zamenstellende en zamengestelde (E. H. WEBER) enz. (1). Alle deze stelsels waren wijzigingen van dat van

(1) Eene volledige beschrijving der histologische stelsels tot op zijnen tijd heeft HEUSINGER medegedeeld; z. zijn *System. der Histologie* I, 1822. S. 28—46. Van nieuwere zijn hierbij te voegen: BLAINVILLE in MECKEL'S *Archiv*, VII, 585, M. J. WEBER, *die Zergliederungskunst des menschl. Körpers*, Bonn 1826, 1. Abth. BÉCLARD, *Elémens d'anatomie générale*, 2 éd. Paris, 1827. S. SCHULTZE, *Lehrbuch der vergl. Anatomie*, 1828. E. H. WEBER, HILDEBRANDT'S *Anatomie*,

Bichat; maar zij gaven allengs het beginsel op, waarvan Bichat was uitgegaan, en wanneer zij al in de rangschikking der bouwstoffen gelukkiger geslaagd waren, zoo kon er toch bij de onvoldoende oordeelen, waarvan men zich bediende, geene juiste classificatie tot stand komen. Noch het uitwendig voorkomen, noch de scheikundige eigenschappen vormen de wezenlijke onderscheidingskenmerken der weefsels. De physiologische verrigting is gewigtig, maar zij is van vele weefsels nog niet met zekerheid bekend, en zij wordt meer uit de overeenkomst van hun maaksel met andere bekende weefsels opgemaakt, dan omgekeerd uit de bekende functie de morphologische identiteit van twee weefsels verondersteld kan worden. Zoo werd b. v. aan het middelste vaatvlies de contractiliteit ontzegd, omdat men aan zijne oppervlakkige overeenkomst met het elastische weefsel groot gewigt hechtte; terwijl een naauwkeurig onderzoek aangaande deszelfs physiologische eigenschappen er toe zou hebben geleid, om het aan de organische spieren aan te sluiten. Eene eigenlijke kennis van het maaksel der weefsels, waarop de indeeling gevestigd moet worden, is slechts mogelijk bij de aanwending van sterke vergrootingen; met het bloote oog toch schijnen organen homogeen, die inderdaad uit vezels of korreltjes of zelfs uit beiden zijn zamengesteld, en organen, die uit geheel en al verschillende elementen zijn gevormd, komen dikwerf in hunne gewone, physische eigenschappen met elkander overeen. De volgende onderzoekingen zullen hiervoor bewijzen genoeg leveren.

Wel is waar was het mikroskoop reeds sedert eene lange reeks van jaren in gebruik, maar zij was slechts in de handen van enkelen, en deze gingen hunnen eigenen weg. Eerst was het de eenvoudige zucht tot het wonderbare, dat in deze voor het bloote oog verborgene wereld was opgesloten, die mannen als Leeuwenhoek, Ledermüller, v. Gleichen enz. tot het doen van waarnemingen aanzette. De eerste vertelt dikwijls in zijne brieven, hoe hij den éénen morgen op den inval kwam, om deze of gene stof te onder-

---

Bd. I, 1830. Krause, *Handbuch d. menschl. Anatomie*, Bd. I. Abth. I, 1833, S. 13—91. R. Wagner, *Lehrbuch d. vergleichenden Anatomie*, 1834, S. 54. F. Arnold, *Physiol. der Menschen*, I. 1836, S. 109.

zoeken, van daag slijm van zijne tanden, morgen bezinksel uit zijnen wijn. Deze eerste periode van kinderlijke nieuwsgierigheid doorloopt wel een ieder, die in het bezit van een mikroskoop geraakt. Dikwijls werd LEEUWENHOEK ook door eene ontdekking tot eene reeks van methodische waarnemingen geleid; dikwijls maakt hij de gelukkigste toepassingen op physiologische processen, b. v. op den bloedsomloop en de voortplanting. Hij kwam er echter niet toe de elementen van verschillende organen met elkander te vergelijken; willekeurig beschrijft hij de vezels nu eens als pezen, dan eens als spieren, dan eindelijk weder als vaten, en de cellen als korreltjes, blaasjes of schubjes. Op het einde der vorige eeuw werden er in Engeland, Holland en Italië voortreffelijke mikroskopische onderzoekingen van afzonderlijke weefsels en vloeistoffen geleverd; HEWSON, MUYS, FONTANA, verdienen boven alle anderen hier genoemd te worden. Maar eerst in het jaar 1816 deed TREVIRANUS eene proef van meerderen omvang, om de weefsels in hunne eenvoudige, mikroskopisch herkenbare grondbestanddeelen te ontleden, dat is, in deelen van eenen bepaalden vorm, waaraan men zien kan dat het niet eenvoudige brokstukken zijn, en waarvan elk afzonderlijk de eigenschappen van het geheel bezit. Men noemde ze elementen, elementaire bestanddeelen. TREVIRANUS en de meesten met hem namen drie soorten daarvan aan: 1) homogene of vormlooze stof, 2) cylinders of vezels, en 3) kogeltjes. In de plaats van de BICHAT'sche weefsels of systemen kwamen nu hier en daar de elementen te voorschijn. In de histologische werken komt soms, in de plaats van spier-*weefsel*, been-*weefsel*, vaat-*weefsel*, enz. de uitdrukking spier-*vezel*, been-*vezel*, vaat-*vezel* voor. Het was echter toen de tijd, waarin men liever systemen schiep, dan daadzaken uitvorschte, en waarop men uit de aanwezige waarnemingen niet de zekere, ontegensprekelijke, maar de meest passende koos. Was er eene algemeene ontleedkunde bestaanbaar, zoo lang er omtrent het fijnere maaksel van het meest algemeen verspreide weefsel, dat den zamenhang van nagenoeg alle deelen uitmaakt, omtrent het cel-, of, zoo als wij het thans noemen, het bindweefsel, de verkeerdste beschouwingen heerschten, zoo dat het door de meesten voor een vormloos, onbestemd, maar voor de vreemdsoortigste ontwikkeling geschikt slijm werd gehouden? Met het onder-

zoek van het bindweefsel moest een aanvang gemaakt worden, en sedert den tijd, dat dit (1834) nagenoeg gelijktijdig en op gelijke wijze door KRAUSE, LAUTH en JORDAN beschreven is geworden, volgen ontdekkingen op ontdekkingen met eene zoodanige snelheid elkander op, dat er tegenwoordig, door den ijver tot het doen van waarnemingen, nagenoeg de tijd en de adem ontbreekt, om een systeem daar te stellen. Moge het nog eenigen tijd zoo blijven! Wij kunnen steeds nog bouwstoffen verzamelen, eer het noodig en raadzaam is, ze in vakken af te deelen en te rangschikken; wanneer wij slechts ons doel voor oogen houden en geleid en bemoedigd worden door de hoop, van het te zullen bereiken. En inderdaad wordt het steeds duidelijker, dat in alle organen bij eene gelijke functie ook gelijke weefsels aanwezig zijn, dat de verschillende physiologische verschijnselen aan een morphologisch en chemisch verschil der elementaire deelen gebonden zijn, en men zal eenmaal, zoo als BICHAT wilde, het organisme in een aantal van eenvoudige vormsels ontleden, aan welker namen zich het begrip eener bepaalde vitale werkzaamheid even zoo verbindt, als aan een anorganisch ligchaam het begrip van specifiek gewigt, broosheid, elasticiteit, enz.

De mikroskopische studiën hebben echter ook nog andere vruchten gedragen. Steeds maakte het een eigenaardig streven van den menschelijken geest uit, om de menigvuldige vormen der schepping tot eenvoudige oorspronkelijke vormelementen terug te brengen. Op deze onzen geest ingeschapene neiging zijn de atomen- en monadenleer van EPICURUS en LEIBNITZ gegrond, die onafhankelijk van eenige ondervinding en zonder hoop, dat zij eenmaal door haar bevestigd zouden worden, ontstaan zijn. Door dezelfde neiging, bewust of onbewust gedreven, zochten latere onderzoekers met het gewapende oog het ligchaam in de kleinste bestanddeelen van eenen gelijken vorm te ontleden. Als zoodanig boden zich aanvankelijk, vóór dat men het mikroskoop had leeren wantrouwen, de optische schijnbeelden, gekronkelde draden en kogeltjes aan, welke onder zekere omstandigheden bij elk doorschijnend voorwerp verschijnen. OKEN zag voor monaden de afgietsel- en zaaddiertjes aan, en dacht zich de hoogere dierlijke en plantaardige organismen uit kleinere, levende wezens zamengesteld, die

slechts voor eenen zekeren tijd hunne zelfstandigheid hadden verloren. Döllinger en zijne leerlingen bouwden het ligchaam uit bloedbolletjes, die zich in de organische zelfstandigheid in kanalen zonder wanden zouden bewegen, zich zouden aanleggen en weder vrij worden, en C. Mayer (1) schrijft aan de bloedbolletjes zelfs een eigendommelijk leven, gedachte en spontane beweging toe. Hoe er uit de kogelvormige elementaire deeltjes, vezels en buizen ontstaan, verklaarde Heusinger op de volgende wijze: als uitdrukking van den gelijken kamp tusschen contractie en expansie vormt zich de kogel; daarom zijn alle organismen, alle organische deelen oorspronkelijk kogels geweest. Bij eene sterkere spanning der krachten ontstaat er uit den dikwijls slechts schijnbaar homogenen kogel de blaas. Waar zich in het organisme kogels en vormlooze massa bevinden, daar plaatsen zij zich in rijen, volgens chemische (?) wetten, naast elkander en vormen vezels. Waar zich blazen in rijen verbinden, daar ontstaan kanalen, vaten (2). Op eene verwonderlijke wijze komt deze beschouwing, zoo als men zien zal, de waarheid nabij, ofschoon de feiten, die tot bewijs worden aangevoerd, deels onjuist, deels verkeerd verklaard zijn. Want onder de eenvoudige blazen neemt Heusinger b.v. behalve de vet- en slijmblaasjes, ook de weivliezen op, en als sporen der vroeger gescheidene blazen na hare verbinding tot vaten, beschouwt hij de klapvliezen der watervaten.

Op eenen beteren grond berust reeds hetgeen Raspail over vorming, vorm en krachten der organische moleculen of atomen zegt (3). In ontwikkelden toestand zouden het blaasjes zijn of cellen, begaafd met leven en met de geschiktheid, om in hunne holte en wel tot in het oneindige voort nieuwe cellen van eenen soortgelijken bouw en met soortgelijke krachten voort te brengen. Zij ontstaan in den vorm van oliedroppels, welke in water eenen sphaerischen vorm aannemen en reeds in aanraking met de dampkringslucht zuurstof opnemen; later verbinden zij zich ook met anorganische bases, en zoodra dit geschiedt, begint de scheiding

(1) *Supplemente zur Lehre vom Kreislaufe*, Heft. 2. Bonn. 1836, S. 41. *Die Metamorphose der Monaden*, Bonn. 1840.

(2) Heusinger, *Histologie*, I, 112.

(3) *Chimie organique*, § 831, 832, 1556, 4421 en volg.

in een omhulsel, dat aan zekere gassen en vloeistoffen den doorgang verleent, zich daarmede uitzet en in omvang toeneemt, en in eenen vloeibaren inhoud, die zich binnen het omhulsel organiseert. Het celvlies vertoont in verschen toestand geene bepaalde structuur, bij welke vergrooting men haar ook beschouwe; intusschen houdt RASPAIL het per analogiam voor waarschijnlijk, dat het uit korreltjes bestaat, die spiraalvormig om de ideale as der cel gerangschikt zijn. Hij vergelijkt deze cellen als atomen der organische schepping met de kristallen, en noemt de organisatie eene kristallisatie in blazen *(crystallisation vésiculaire)*; de organische cel is een kristal, dat gassen en vloeistoffen opslorpt, om zich in inwendige werktuigen te veranderen; zij groeit van binnen en door intussusceptie, terwijl het kristal van buiten en door juxtapositie toeneemt. Zoodra de chemische elementen zich in dezen celvorm verbonden hebben, verkrijgen zij bepaalde en bijzondere krachten, en vormen een bijzonder rijk, het organische. Geef mij een blaasje, geschikt om vloeistoffen op te slorpen en er zich mede te vullen, roept RASPAIL, ARCHIMEDES parodiërende, uit, en ik wil u een organisme maken.

Als bewijzen voor deze theorie voert RASPAIL de cellen van het zetmeel in de planten, en die van het vet in de dierlijke ligchamen aan. Deze weefsels heeft hij grondig onderzocht, en allezins zijn zij het meest geschikt om tot de gedachte te leiden, dat planten en dieren in den vorm hunner elementaire deeltjes overeenkomst met elkander bezitten. Daar het nu van de buisachtige en vezelachtige weefsels der planten reeds uitgemaakt was, dat zij uit cellen, door verlenging of ineensmelting derzelve, ontstaan, zoo nam RASPAIL dit ook van de dierlijke vezels aan. Tot soortgelijke resultaten kwam DUTROCHET (1) door eene vergelijking van het fijnere maaksel der dierlijke en plantaardige weefsels. Hij leerde de elementen der speekselklieren en der graauwe hersenzelfstandigheid als blaasjes kennen, waarvan de laatste in hunne wanden met puntjes bezet zijn, die hij verkeerdelijk met de stippen der plantencellen vergeleek, en hij kwam verder tot het besluit, dat

(1) *Mém. pour servir à l'hist. anatom. et physiol. des végétaux et des animaux*, II, 468.

ook de fijnere zoogenaamde kogeltjes van de gezamenlijke dierlijke weefsels uit een vlies en eenen vloeibaren inhoud zouden bestaan. Hij verwerpt de onderscheiding van de bestanddeelen des ligchaams in vaste en vloeibare. De vaste bestanddeelen zouden slechts aggregaten van cellen, van eene zekere vastheid zijn; de vloeistoffen, zoo als het bloed, eveneens aggregaten van cellen, die door vloeistof van elkander gescheiden zijn; en er komen weefsels voor, waarin de cellen zoo ligt verbonden zijn, dat men niet weet, of zij tot de éene dan wel tot de andere klasse behooren. Het eenige vaste organische bestanddeel zou het celvlies zijn. De inhoud der cellen kan wel is waar ook vast worden, maar het leven, ten minste een wezenlijk, werkdadig leven, zou slechts bestaan, zoo lang hij vloeibaar is; de vaste inhoud van andere cellen zou zelfs gewoonlijk iets vreemds aan het ligchaam zijn. De spiervezels en de overige dierlijke vezels zouden zeer verlengde cellen zijn, zoo als die ook in planten voorkomen. De natuur zou derhalve in het inwendig maaksel van alle organische wezens, van dieren en planten, hetzelfde plan volgen. Beide zouden opeenhoopingen van cellen zijn, deels van kogelvormige, deels van verlengde? Deze elementaire cellen, zoo als DUTROCHET ze noemt, komen in uitwendige eigenschappen met elkander overeen, en zijn slechts door haren inhoud van elkander onderscheiden. Het verschil van den inhoud duidt echter op een verschil van het vlies, dat de cellen vormt; want dit scheidt de vloeistof af, die in de holte der cel bevat is.

Noch RASPAIL noch DUTROCHET hebben eene poging gedaan, om de wetten der organische ontwikkeling, die zij zoo stout, en, men moet het erkennen, zoo eenvoudig reeds daarstelden, aan de afzonderlijke dierlijke weefsels te toetsen en in te voeren. Daartoe ontbrak het aan waarnemingen. Daarom bleef de theorie onvruchtbaar en naauwelijks opgemerkt. Ook hebben beide aan de cellen een orgaan over het hoofd gezien of ten minste onopgemerkt gelaten, dat in hare ontwikkeling eene gewigtige rol speelt, den nucleus of celkern.

R. BROWN ontdekte reeds in het jaar 1831 den nucleus in de plantencellen, maar eerst SCHLEIDEN leerde zijne beteekenis kennen. Hij toonde aan, dat dit ronde of ovale blaasje, dat in den

wand der cel ligt, in eene zekere mate het wordingsorgaan, de moeder, der laatsten is, daar hij het eerst volkomen ontwikkeld wordt, en op hem de cel ontstaat en zich allengs uitzet, die aanvankelijk even als een horologieglas op hem zit. Mikroskopische blaasjes met eene soortgelijke vlek of kern waren in het dierlijk organisme reeds aan oudere waarnemers bekend, de bloedbolletjes namelijk; gedurende de laatste jaren werden zoodanige elementen in eene groote menigte van andere vloeistoffen en weefsels gevonden, in de lymphe, in het slijm, den etter en de vloeistof van MORGAGNI, verder in de opperhuid en het epithelium, in het zwart pigment, in kraakbeenderen en de centraalorganen van het zenuwstelsel, in de klieren, en zelfs in de pathologische vormsels.

Het kiemblaasje zelf, uit welks inhoud zich het dier ontwikkelt, bleek eene cel met kern te zijn. Hier en daar werd er op de overeenkomst dezer cellen onder elkander gewezen, en door eenigen, zoo als door PURKINJE (1), VALENTIN (2) en TURPIN (3) ook op hare verwantschap met de plantencellen de opmerkzaamheid gevestigd. Dat de kern vooraf bestaat, en de cel allengs om dezen groeit, was door VALENTIN aan de pigmentcellen, door C. H. SCHULTZ aan de bloedbolletjes, door R. WAGNER aan het ei, door mij aan de cellen van de opperhuid en het epithelium waargenomen, alles nog vóór dat het werk van SCHLEIDEN in het licht verscheen. Het ontstaan van jongere cellen in de volwassene hadden ARMAND DE QUATREFAGES (4) en DUMORTIER (5) aan de kiemen der zoetwaterslak waargenomen. Ja zelfs voor de ontwikkeling van vezels uit blaasjes en korreltjes had VALENTIN aan de spieren en aan de zelfstandigheid der kristallens voorbeelden geleverd. Het denkbeeld echter, dat de kernbevattende cellen de grondlaag van a l l e dierlijke zoowel als plantaardige organisatie zijn, dit zóo gewigtige feit werd het eerst door SCHWANN uitgesproken, en door hem uitgewerkt in een afzonderlijk ge-

---

(1) RASCHKOW, *Meletemata*, p. 12.

(2) *Verlauf und Enden der Nerven*, S. 46.

(3) *Annales d. sciences nat.* 2 Série, VII, 207.

(4) t. a. p. II, 114.

(5) t. a. p. VIII, 129.

schrift (1), dat met zooveel warmte werd opgenomen, omdat het voor een menigte bekende daadzaken den sleutel en aan nieuwe, stelselmatige onderzoekingen de rigting gaf. SCHWANN bewerkte zelfs volgens dit beginsel de ontwikkeling der meeste weefsels, terwijl hij van de aanwezige waarnemingen gebruik maakte en ze verklaarde, en de gapingen door eigene onderzoekingen trachtte aan te vullen. Wanneer nu ook in het bijzondere nog vele twijfelachtige punten zijn op te lossen, vele opgaven juister moeten worden gemaakt, ja wanneer de kernbevattende cellen, waarvan het wel den schijn heeft, slechts eene species of een secundaire vorm van organische elementaire deeltjes waren, dan zal onze tijd toch steeds dankbaar den invloed moeten prijzen, welken SCHWANN's arbeid heeft uitgeoefend.

Nog altijd heerschten er in de physiologische werken de onduidelijkste begrippen over de voeding der organen en over de krachten, welke de voorwaarde voor groei, afscheiding en reproductie uitmaken. Men dacht zich deze processen onder den invloed nu eens van het zenuwstelsel, dan weder van de bloedvaten, hoewel de beschouwing van den kiem, die met de organen ook zijne zenuwen en bloedvaten uit eene gelijkvormige zelfstandigheid voortbrengt, al lang tot andere gedachten had moeten leiden. Het is eene hoofdverdienste van SCHWANN, dat hij heeft aangetoond, dat de aanwezigheid van vaten geen wezenlijk verschil van groei te weeg brengt, maar slechts tot eenige punten van onderscheid aanleiding geeft, die zich als gevolgen van de verdeeling der voedende vloeistoffen en van de meer of minder gemakkelijk gemaakte stofverwisseling laten verklaren, terwijl aan den anderen kant de studie van de verrigtingen des zenuwstelsels tot eene juistere bepaling van zijn aandeel aan de bloedbeweging en daardoor aan de voeding gelegenheid gaf. Ik zal dit onderwerp in de hoofdstukken, welke over de bedoelde systemen handelen, wijder uiteen zetten.

Wij zijn tot het resultaat gekomen, dat het organisme uit een zeker aantal van elementaire deeltjes, monaden of organische

---

(1) *Mikroskopische Untersuchungen etc.* 1839. *Vorläufige Mittheilungen* in FRORIEP'S *N. Not.* 1838, N° 91, 103, 112.

atomen zamengesteld is, die, door eene onverklaarbare magt beheerscht en bijeen gehouden, zich op eene typische wijze ontwikkelen en rangschikken. Zij zijn met eigendommelijke krachten begaafd, want uit eene gemeenschappelijke bron, den dojer of het bloed, vormen en voeden zij zich alle, elke cel op hare wijze. De algemeene ontleedkunde moest derhalve, zoo zij de wetenschap van de laatste werkzame morphologische bestanddeelen des ligchaams zijn zou, tegenwoordig van de beschouwing dezer monaden uitgaan; zij moest met de navorsching van haar maaksel, haar ontstaan, hare krachten, hare chemische en physische eigenschappen beginnen, en vervolgens uit haar de weefsels zamenstellen, die niet anders zijn, dan aggregaten van eene hoeveelheid gelijke elementaire deeltjes. Een rationeel stelsel der histologie moest als beginsel van indeeling der weefsels, de metamorphosen der cellen bezigen, zoo dat er groepen van weefsels gevormd werden, naarmate b. v. de cellen afzonderlijk blijven, of zich in de lengte naast elkander plaatsen, of zich stervormig vertakten, of in vezels splitsten, enz. Maar nog zijn de feiten niet talrijk en niet zeker genoeg, dat wij met vertrouwen deze methode volgen kunnen, en de weinige proeven eener zoodanige systematische rangschikking, welke tot nog toe verschenen zijn, kunnen naauwelijks tot navolging opwekken (1).

---

(1) SCHWANN verdeelt de weefsels in de volgende 5 klassen: 1. Geïsoleerde zelfstandige cellen: weibolletjes, bloedbolletjes, slijm- en etterbolletjes, enz. 2. Zelfstandige, tot zamenhangende weefsels vereenigde cellen. Daaronder rekent hij de opperhuid en de overige zoogenaamde hoornweefsels, het zwart pigment en de kristallens. Maar in de haren, vederen, klaauwen en in de lens komen cellen voor, die tot vezels zijn ineengesmolten, en verder zijn er ook vertakte pigmentcellen, die met elkander in verbinding staan. 3. Cellen, waarin slechts de celwanden met elkander tot een geheel versmolten zijn: kraakbeenderen, beenderen en tanden. In de sponsachtige kraakbeenderen zijn echter de celwanden niet met elkander tot één geheel versmolten, en het ivoor der tanden bestaat voor het grootste gedeelte uit in regtlijnige rijen naast elkander geplaatste cellen, even als de vezels der haren. 4. Vezelcellen: celweefsel, peesweefsel, elastisch weefsel. Hierin zullen zich de cellen in vezelbundels splitsen; cel- en peesweefsel, welke overigens niet van elkander verschillen, kunnen ten opzigte van hunne ontwikkeling met het elastisch weefsel volstrekt niet op ééne lijn geplaatst worden. 5. Cellen, waarin de celwanden en hunne holten met elkander versmolten zijn: spieren, zenuwen, haarvaten. Tegen deze klasse moeten wij inbrengen, dat de

Ik gaf er daarom voor het tegenwoordige nog de voorkeur aan, om de afzonderlijke weefsels en organen, zoo als zij anatomisch of physiologisch sedert lang onderscheiden worden, achtereenvolgens met betrekking tot hun fijner maaksel en hunne levenseigenschappen af te handelen, en slechts bij gelegenheid op de verwantschap tusschen derzelver elementaire deelen heen te wijzen. De orde, waarin de hoofdstukken op elkander volgen, was daarbij onverschillig; ik heb echter, zoo veel als mogelijk was, getracht herhalingen te vermijden en die weefsels vooraan te plaatsen, waarvan de kennis voor de verdere onderzoekingen nuttig scheen. Hetgeen zich voor de ontwikkeling en het leven der cellen als algemeen geldend deels waarnemen, deels vermoeden laat, is in een algemeen gedeelte vooraf behandeld.

De algemeene ontleedkunde is tegenwoordig hoofdzakelijk mikroskopische anatomie. Daarom zal een enkel woord over het gebruik van het mikroskoop hier niet ongepast zijn.

---

zoogenaamde organische spieren ten opzigte van hare ontwikkeling van het celweefsel niet verschillen, en dat inderdaad celweefsel en organische spieren allengs in elkander overgaan; de spieren van het animale leven daarentegen en de zenuwen schijnen, zoo als later zal worden uiteengezet, zamengestelde organen te zijn, wier omhulsel waarschijnlijk niet door de oorspronkelijke celwanden gevormd wordt. SCHWANN behandelt het vet bij het celweefsel, de zenuwknoopen bij de zenuwen, hoewel deze organen morphologisch zeer uiteenloopen. Aan de klieren en vele andere eigenaardig gevormde organen denkt hij in het geheel niet. VALENTIN (R. WAGNER, *Lehrbuch der Physiol.*, Abth. I, S. 133) heeft eene andere verdeeling voorgeslagen en een grooter aantal van geslachten opgesteld, waarover wij hier, zonder in de afzonderlijke punten diep in te dringen, geen oordeel kunnen uitspreken. Doch zij lijdt aan soortgelijke gebreken als die van SCHWANN, en voor een gedeelte ook aan dezelfde; ook VALENTIN rekent alle hoornweefsels tot de klasse der zelfstandige cellen, verbindt celweefsel, elastische vezels en spiervezelen in eene groep, enz. GERBER (*Allgem. Anatomie*, S. 18) geeft een tabellarisch overzigt van de dierlijke elementaire deelen, waarbij echter slechts voor een gedeelte op de wijze harer ontwikkeling en te veel op nietsbeteekenend verschil in den vorm der ontwikkelde weefsels acht geslagen is. Zoo onderscheidt hij platte draden, holle draden en ronde draden, en brengt hij in de laatste klasse de celvezels en spiervezelen met de vezels van het vezelachtig kraakbeen in éénе rubriek, terwijl hij in de klasse der holle draden zenuwen en tandbuisjes met elkander verbindt.

De oudere waarnemers bedienden zich van eenvoudige glazen linzen of loepen, ook voor sterkere vergrootingen. Tegenwoordig worden er slechts loepen van eene grootere brandwijdte voor de beschouwing van zamengestelde vormsels, b. v. van bloedvaten, darmvlokken, eenvoudige klieren enz. gebruikt; voor het onderzoek der elementaire deelen en overal, waar aanmerkelijke vergrootingen noodig zijn, wendt men het zamengestelde mikroskoop aan, niet omdat het sterker vergroot, maar omdat het gelegenheid geeft om eene grootere vlakte op eens te overzien, en om meer licht toe te laten. Men kan reeds met eenvoudige linzen de vergrooting zeer sterk maken, en dat zij in dit opzigt volkomen toereikend zijn, volgt reeds daaruit, dat Leeuwenhoek, met zijne eenvoudige linzen, aan de deelen, die hij onderzocht en wist te praepareren, even zoo veel en dikwijls meer zag, dan de nieuweren met de voortreffelijkste zamengestelde instrumenten. Hoe sterker echter eene linze vergrooten moet, des te boller moet zij zijn, en hoe boller zij is, des te grooter is de afwijking der sphaericiteit, d. i. de stoornis, welke daardoor ontstaat, dat de stralen van de oppervlakte der kogelvormige ligchamen niet, zoo als die van de elliptische vlakten, juist in een brandpunt verzameld worden, en zich daarbij nog des te meer van het brandpunt verwijderen, hoe digter zij bij den rand invallen. Daarom kan slechts eene kleine plaats der linze, digt bij de as, gebruikt worden, en dit heeft het dubbele nadeel, dat 1) slechts een zeer klein gedeelte van het te beschouwen ligchaam op eens duidelijk gezien wordt, en 2) dat slechts een klein gedeelte van den van elk zigtbaar punt uitgaanden lichtkegel in den focus verzameld wordt, en derhalve de geheele lichtmassa slechts gering is. Verder moet, zoo als bekend is, het te beschouwen voorwerp des te digter bij de linze gebragt worden, naarmate de linze boller en de afstand van haren focus kleiner is. Daardoor wordt de hoeveelheid licht, dat tusschen de linze en het voorwerp valt, beperkt, en men kan er nagenoeg niet buiten, om de voorwerpen van onderen te verlichten, hetgeen natuurlijk slechts bij doorschijnende mogelijk is.

Eenigermate worden deze hindernissen reeds daardoor verholpen, dat men zwakkere linzen met elkander verbindt, en zoo, als het ware bij opvolging, de vergrooting verkrijgt. Instrumenten van

dezen aard noemt men, wanneer de linzen op de wijze der loepen ingevat en om eene gemeenschappelijke spil beweeglijk boven elkander geplaatst zijn, zamengestelde loepen; wanneer de linzen op elkander geschroefd en aan eenen standaard bevestigd zijn, waaraan ook een objectdrager op en neder bewogen kan worden, dan vormen zij een eenvoudig mikroskoop. Zamengestelde loepen en eenvoudige mikroskopen verschillen slechts door de wijze, waarop zij zijn bevestigd.

Het zamengestelde mikroskoop is ingerigt, om het vergroote en omgekeerde beeld, dat van een in het brandpunt der loep geplaatst voorwerp op eenen bepaalden afstand achter de loep, als het ware in de lucht, ontworpen wordt, nogmaals met eene loep te beschouwen. De wezenlijke bestanddeelen van het zamengestelde mikroskoop zijn daarom de naar het voorwerp toegekeerde linze, objectief-linze, en de tweede, het digtst bij het oog geplaatste, oculair-linze, die het door de objectief-linze ontworpene, omgekeerde beeld ten tweeden male vergroot. Om beide op den juisten afstand van elkander te bevestigen en storend licht van buiten af te weren, zijn objectief- en oculair-linze aan de uiteinden van eene van binnen zwart gemaakte buis geplaatst. De objectief-linze kan eenvoudig of, even als eene zamengestelde loep, uit meerdere linzen zamengesteld zijn. Ook het oculair bestaat meestal uit twee linzen, welke aan eene korte buis geschroefd zijn. De buis of het ligchaam van het mikroskoop is aan eene stang bevestigd, waaraan zich ook de objectdrager of tafel bevindt. De buis of de tafel of beide kunnen aan de stang door middel van schroeven op en neder worden bewogen, opdat het voorwerp op den juisten afstand van den focus zou kunnen gebragt worden. Onder de tafel, die in het midden eene ronde opening heeft, is een spiegel, gewoonlijk aan de eene zijde plat, aan de andere hol, om het licht van onderen door het te beschouwen voorwerp heen te laten. Het schijnt mij overbodig toe, om in de mechanische inrigting dieper in te dringen.

De vergrooting, welke een zamengesteld mikroskoop geeft, wordt door de gezamenlijke werking der objectief- en oculair-linzen bepaald; daarom kan dezelfde vergrooting door zwakkere objectief-linzen met sterkere oculair-linzen en door zwakkere oculair-linzen met sterkere objectief-linzen verkregen worden. Waaraan de voorkeur moet

gegeven worden, daarover moet bij elk mikroskoop de proef beslissen. Voor anatomische voorwerpen, die men met vloeistof bedekken wil of daarin wil laten zwemmen, dikwijls ook met fijne instrumenten onder het mikroskoop tracht te verscheuren, is het wenschelijk, om eenen zooveel mogelijk wijden afstand van den focus te hebben, en daarom verbindt men gaarne zwakkere objectief-linzen met sterkere oculair-linzen. Bij de mikroskopen van SCHIEK geven oculair 1 met linze 4, 5, 6 nagenoeg dezelfde vergrooting als oculair 2 met linze 3, 4, 5. Op de aangevoerde gronden geef ik aan de laatste combinatie de voorkeur. De keuze der vergrooting in het algemeen hangt van het te beschouwen voorwerp af. De meeste histologische voorwerpen zijn duidelijk genoeg bij eene 300-malige vergrooting (in doormeting), en hetgeen bij eene 400malige vergrooting niet duidelijk is, wordt zelden door sterkere linzen duidelijker. Men moet niet vergeten, dat sterkere vergrootingen altijd slechts ten koste der sterkte van het licht verkregen worden, en zelden wint men door gene zooveel, als men door de vermindering van het licht verliest.

Eene hoofdzaak bij mikroskopischen arbeid is het gebruik van het licht. Men verlicht de voorwerpen nu eens van onderen, terwijl men het door den spiegel teruggekaatste licht door dezelve heen leidt, of van boven door het op den objectdrager vallende licht, dat eveneens door brandglazen of prismen zamengedrongen en op één punt geleid kan worden. Ondoorschijnende voorwerpen kan men slechts bij opvallend licht beschouwen, doorschijnende bij opvallend en doorstralend licht. Elk dezer wijzen, waarop men de voorwerpen beschouwt, heeft hare eigenaardige voordeelen, en, waar het mogelijk is, moeten beide worden aangewend. Bij opvallend licht zijn de kleuren der voorwerpen duidelijker; ook worden de vormen gemakkelijker begrepen, omdat wij aan deze wijze van verlichting door de voorwerpen, die ons in het dagelijksch leven omringen, gewoon zijn en zonder moeite, ja nagenoeg zonder er ons rekenschap van te geven, uit de verdeeling van licht en schaduw tot de vormen besluiten. In het zien bij doorstralend licht moet men zich eerst oefenen, dat is men moet over den vorm uit de wijze, waarop het voorwerp beschaduwd is, een oordeel leeren vellen en dit levert juist de reden op, waarom oefening en onder-

vinding bij het gebruik van het mikroskoop zoo onmisbaar zijn, des te meer daar juist bij de sterkste vergrootingen het opvallende licht, dat wij overigens ter vergelijking aanprijzen, wegens den geringen afstand van den focus niet meer is aan te wenden. In het gewone leven valt het een kind niet moeijelijk, om eene kogelachtig verhevene vlakte, van eene uitgeholde te onderscheiden; bij het mikroskoop vordert het overleg en berekening, en wanneer wij gevonden hebben, dat bij eene kogel de schaduw op de van het licht afgekeerde zijde, bij eene holte op de naar het licht toegekeerde zijde voorkomt, dan moet men eindelijk nog op de omkeering van het beeld door het mikroskoop de aandacht vestigen. Dit slechts als voorbeeld.

Tot mikroskopische waarnemingen kan men dag- en lamplicht bezigen; het eerste verdient in het algemeen reeds daardoor de voorkeur, omdat het, volgens mijne ondervinding ten minste, de oogen minder sterk aandoet. Het regtstreeksche zonlicht is reeds sedert lang en te regt verworpen; alle misleidingen, waaraan men bij mikroskopische beschouwingen door de inflexie en interferentie van het licht is blootgesteld, grijpen des te gemakkelijker plaats, naarmate de verlichting sterker is. De voorwerpen krijgen alsdan gekleurde randen, dat reeds een bewijs voor de verstrooijing van het licht oplevert; bedaarde waarnemers worden daardoor ook gewaarschuwd, dat de verschillendste organische en anorganische praeparaten hetzelfde beeld van draden, kogeltjes enz. geven. Zoo de kleine deeltjes in beweging zijn, dan ontstaat er een zeer onbestemd geflikker, waarvan men alles maken wat men wil, en waaruit C. H. Schultz eenmaal eene physiologie van het bloed zamenstelde. (1) Slechts bij voorwerpen, die van boven verlicht moeten worden en waar het niet zoo zeer op den vorm der kleinste deeltjes aankomt, kan het zonlicht gebezigd worden; zoo is het b.v. ter verlichting van fijne inspuitingen van vaten en klieren zelfs zeer aanbevelenswaardig, daar de in het zonlicht glinsterende metaalkorreltjes zich daarbij door eigenaardige kenmerken onderscheiden. Voor het overige is echter zelfs het volle teruggekaatste licht bij eenen helderen hemel meestal te sterk, en moet het getemperd worden. Daartoe dienen

(1) *Der Lebensprocess im Blute*. Berlin 1822.

zekere bewegingen van den spiegel, welke men door oefening moet leeren kennen, of beschaduwing met de hand, waardoor men het opvallende licht afkeert (eene kunstgreep, die niet genoeg kan worden aanbevolen), of het gebruik van het diaphragma, eene met grootere en kleinere openingen voorziene, zwart gemaakte plaat, die onder den objectdrager is aangebragt. Men zal terstond zien, dat omtrekken, welke bij het volle licht niet of naauwelijks zigtbaar zijn, door vermindering van het licht duidelijk worden; men zal ook leeren, de opening van het diaphragma nu eens in het midden, dan eens naar de éene of andere zijde te plaatsen, en daardoor de schaduwen nu eens langer, dan eens korter te laten worden.

Ik sprak zoo even van de optische misleidingen, waartoe de inflexie en interferentie van het licht aanleiding geven. Deze berusten op den invloed, welken op elkander treffende stralen, die zich, even als twee aan elkander rakende golvende bewegingen, voor een deel versterken, voor een ander deel vernietigen, wederkeerig op elkander uitoefenen, en verder op de eigenschap der lichtstralen, dat zij, wanneer zij aan een vast ligchaam langs of door eene smalle spleet heengaan, eene afwijking ondergaan, waarbij zij gelijktijdig in de stralen van eene verschillende breekbaarheid ontleed worden. Het is niet mogelijk, hier ter plaatse dit onderwerp uitvoeriger te behandelen; maar ik kan niet nalaten, aan de volgende eenvoudige experimenten te herinneren, welke E. H. Weber (1) mededeelt, en die een overtuigend en gepast voorbeeld der vermelde misleidingen geven. Zoo men twee bij elkander gebragte vingeren digt bij het oog houdt, en door deze naauwe spleet naar het zon- of kaarslicht ziet, dan merkt men in de tusschenruimte tusschen de beide vingers ontelbare evenwijdige, lichte en donkere strepen op. Legt men drie vingerpunten zeer digt bij elkander, en ziet men door de naauwe driehoekige tusschenruimte in het licht, dan ziet men eene menigte donkere en lichte punten, die er dikwijls als verlichte kogeltjes uitzien. Hoe groot de gelegenheid tot interferentie bij de fijne mikroskopische voorwerpen is, valt ligt te begrijpen, en zoo komen er, vooral wanneer het licht sterk, het voorwerp oneffen

(1) Hildebrandt's *Anat.* I, 132.

en niet dun genoeg of fijn verdeeld is, strepen, kogeltjes en golfachtig gebogene lijnen te voorschijn, welke bij den wensch om gelijkvormige elementaire deeltjes te vinden, dikwijls voor zoodanige gehouden zijn. Hiertoe behooren de geslingerde cylinders van Monro (1), Fontana (2) en Mascagni (3), als ook de kogeltjes, welke Milne Edwards (4) en in den laatsten tijd F. Arnold (5) als de laatste bestanddeelen van alle weefsels hebben beschreven. In de afbeeldingen der beide laatstgenoemde schrijvers verschillen de weefsels slechts door de rangschikking der kogeltjes, daar deze nu eens gelijkvormig verstrooid, dan weder in rijen of in kringen geplaatst zijn, zoo dat men wel ziet, dat er vezels of de omtrekken van blaasjes zijn waargenomen, maar dat zij verkeerdelijk als uit kogeltjes zamengesteld zijn beschouwd.

Eene gelegenheid tot misleidingen bij sterke vergrootingen wordt ook daardoor gegeven, dat ligchamen van eene zekere dikte, kogeltjes of blaasjes, niet geheel en al in den focus gebragt kunnen worden, dat alzoo, wanneer b. v. het verhevenste gedeelte, het middelpunt van een kogelvormig ligchaam, zich in den juisten afstand van den focus bevindt, de randen onduidelijk of verstrooid gezien worden. Daardoor kan het gebeuren, dat eene eenvoudige blaas voor eene zamengestelde, die uit kern en omhulsel bestaat, wordt aangezien, of dat eene cylinder een van de in het midden geplaatste zelfstandigheid verschillend omhulsel schijnt te bezitten. Overigens zijn de gewone linzen niet zoo volkomen zuiver, dat slechts die punten gelijktijdig duidelijk gezien worden, die volstrekt in hetzelfde vlak liggen, en men zal daarom, wanneer men eene zoodanige naauwkeurigheid vooronderstelt, in de tegenovergestelde dwalingen vervallen, en b. v. blaasjes, die onder elkander liggen, voor in elkander ingesloten aanzien. Eenigermate waarborgt men zich daartegen door het gebruik van applanatische ooglinzen.

---

(1) *Bemerkungen über die Structur und Verrichtungen des Nervensystems. A. d. Engl.* Leipz. 1787, Taf. XI, Fig. 4. Taf. XII, Fig. 2—7, 10—13.

(2) *Viperngift*, Taf. VIII—X.

(3) *Prodromo della grande anatomia.* Op vele plaatsen.

(4) *Mémoire sur la structure élémentaire des principaux tissus organiques des animaux*, Paris, 1823, en *Ann. des sciences. nat.* 1826. p. 362.

(5) *Physiologie*, I, Taf. III—X.

Applanatische linzen zijn biconvexe glazen, waarvan de beide gekromde oppervlakten bogen zijn van stralen van eene verschillende lengte, of het zijn ook wel vlakbolle glazen. Men heeft gevonden, dat linzen, waarvan de doormeting van de kromming der ééne oppervlakte tot die der andere zich verhoudt als 1 : 6, of waarvan de ééne oppervlakte geheel en al vlak is, veel beter achromatisch zijn, en ook eene juistere vereeniging der stralen in het brandpunt geven, dan de gewone biconvexe linzen, waarvan de beide oppervlakten dezelfde bolheid bezitten, en dat zij de chromatische uit flint- en kroonglas zamengestelde linzen kunnen vervangen.

Vele andere misleidingen zijn mogelijk, waar de opvatting van het gezigt niet door de betasting kan worden gecontrôleerd. Men kan ze onmogelijk alle voorzien; maar er is een middel, om ze af te weren, door namelijk hetzelfde voorwerp dikwijls en onder de meest verschillende conditiën te onderzoeken. Een Fransch geleerde beschreef vóór eenigen tijd eene bijzondere soort van melkkogeltjes, en trok terstond daarop zijne ontdekking weder in, daar er blaasjes in het glas geweest waren. Hij geloofde aan zijne kunstgenooten eene dienst te bewijzen, door ze bij deze gelegenheid tot voorzigtigheid ten opzigte van de glazen aan te sporen. Beter ware het wel geweest, ze voor eene al te haastige bekendmaking hunner waarnemingen te waarschuwen. Ik maak hier nog niet eens melding van hetgeen aan beginnenden dikwijls zeer hinderlijk is, de subjective gezigtsverschijnselen namelijk, *mouches volantes*, welke meestal den vorm van bleeke draden en kogeltjes bezitten en met vele mikroskopische voorwerpen eene tot verkeerde opvattingen aanleiding gevende overeenkomst hebben. Om de subjective kogeltjes van de objective te onderscheiden, raad ik een eenvoudig middel aan, waarop meergeoefenden wel van zelve komen: men moet namelijk in twijfelachtige gevallen slechts snel en een weinig den focus veranderen: de objective beelden verdwijnen alsdan; de subjective blijven even duidelijk.

Voor het overige is de vrees voor mikroskopische misleiding zeer overdreven, en het instrument daardoor geheel en al onverdiend in miscrediet geraakt. De meeste dwalingen toch, waartoe zij heeft moeten dienen, zijn geene optische misleidingen, maar misleidingen van het oordeel, verkeerde uitlegging van hetgeen goed werd

gezien. In de lens vertoonen zich vezelen. Hij, die ze voor spiervezelen houdt, is even zoo min het slagtoffer van een optisch bedrog, als die een populier voor een denneboom aanziet. Men beschouwe de figuren 1, 7 en 12 van onze eerste plaat; men ziet daar netvormig verbondene lijnen, welke polygonale ruimten insluiten. De lijnen zijn de grenzen van tegen elkander aanliggende cellen; dikwijls zijn zij voor een haarvaten-net gehouden; ook daaraan is het mikroskoop onschuldig. Hij, die het mikroskoop niet kent, en het niet wenscht te leeren kennen, troost zich met de onzekerheid der mikroskopische waarnemingen, waarvan de oneenigheid der waarnemers het bewijs oplevert. Maar met weinige uitzonderingen betrof het verschil in meeningen steeds meer de beteekenis, welke men aan het beeld hechtte, dan het beeld zelf.

Wij hebben op elke afdeeling een geschiedkundig overzigt der op het behandelde terrein gemaakte ontdekkingen laten volgen, hoofdzakelijk met het doel, om aan te toonen, hoezeer in de hoofdzaak de goede waarnemingen van verschillende tijden, door verschillende waarnemers en met de meest verschillende instrumenten verzameld, met elkander overeenstemmen. Ik zeg de *goede* waarnemingen, en sluit daarbij dezulke uit, welke slechts oppervlakkig ter ondersteuning van zekere vooringenomene meeningen gemaakt zijn, als ook het geringe aantal, dat in de boven aangevoerde, wezenlijk optische misleidingen heeft gedeeld. De geschiedenis der bloedbolletjes, der spier- en zenuwvezelen, onderwerpen, die zoo dikwijls zijn behandeld, spreken ook juist het meest voor de aangevoerde stelling. Zekerlijk moet men ook de weefsels goed kunnen bereiden en behandelen. Wanneer dit niet het geval is, dan geeft het mikroskoop wel is waar ook een getrouw beeld, doch niet het beeld der deelen in hunnen verschen, eigenaardigen toestand, maar in eenen, die door verrotting, scheikundige invloeden enz. veranderd is, en het is weder slechts eene misleiding van het oordeel, wanneer men, zoo als, b. v. bij de zenuwen geschied is, uit het aanschouwen der vernietigde vezelen tot haar voorkomen in het levende ligchaam besluit.

Tot de misleidingen van het oordeel behooren ook de in het geheel niet zeldzame gevallen, waarbij bewegingen der kleinste deeltjes onder het mikroskoop verkeerdelijk voor dierlijke bewegingen

en daardoor elementaire deeltjes voor infusoriën gehouden werden. Bijzonder beroemd werd in dit opzigt de door BROWN ontdekte moleculaire beweging, welke bij alle zeer kleine, in vloeistoffen opgehangene moleculen en bij voorkeur reeds aan de korreltjes van het zwarte pigment kan worden waargenomen. Zonder twijfel wordt zij voortgebragt door de stroomingen, welke door de verdamping der vloeistof op de oppervlakte ontstaan, want zij neemt in dezelfde mate af, als de verdamping tegengegaan wordt door het bedekken der vloeistof met glas, olie, enz. De moleculaire beweging bestaat in een gering heen en weder bewegen der kogeltjes; zij beschrijven echter dikwijls ook tamelijk uitgestrekte wegen, doch niet snel of in eene regte lijn, maar langzaam en boogsgewijs voortgaande. Platte korreltjes komen daarbij nu eens met de smalle, dan weder met de breede zijde boven; cylindrische ligchaampjes, korte vezelen of staafjes krommen zich ook slangvormig, daar zij met sommige gedeelten hunner lengte in zekere mate in verschillende stroomen liggen. Daardoor wordt de schijn van zelfstandige beweging nog vermeerderd. Aan de fijne staafjes van het Jacob'sche vlies bij de menschen en zoogdieren kan men dit verschijnsel leeren kennen. De schijn eener spontane plaatsverandering kan ook ontstaan door de stroomingen, welke bij de vermenging van verschillende vloeistoffen of bij het oplossen van vaste deelen in vloeistoffen plaats vinden; deze houden op, zoodra het scheikundig evenwigt hersteld is. Verder kan de beweging ook worden veroorzaakt door eene afhellende ligging van den objectdrager, waardoor wel niemand lang kan worden bedrogen, of eindelijk door de aanwezigheid van flimmer-vliesstukjes of van wezenlijke infusiediertjes, die zich óf in de massa verbergen óf zich door hare kleinheid aan het oog onttrekken. Zoo worden in rottende stoffen dikwijls bloed- of slijmkorreltjes enz., ware rotsklompen voor de kleine vibrionen en monaden, door eene massa der laatsten aangepakt en omgewenteld.

Wat de bereiding der voorwerpen betreft, zoo is het in de eerste plaats, vooral bij sterkere linzen, noodig effene oppervlakten te verkrijgen, opdat niet de buiten den focus gelegene, somtijds ook spiegelende deeltjes eenen storenden invloed uitoefenen. Tot dat einde bedekt men het praeparaat met vloeistof of met een fijn glazen

plaatje. Een tweede vereischte is, dat de voorwerpen, welke men zal beschouwen, in zoo dun mogelijke lagen op den objectdrager geplaatst worden, deels om aan eene toereikende hoeveelheid licht den doortogt te vergunnen, deels om de elementaire deeltjes afzonderlijk en hunne omtrekken zuiver te zien. Wanneer men er zich aan vasthoudt, om niets voor elementaire vezels of kogeltjes te houden, dan hetgeen bij fijne verdeeling en in geïsoleerden toestand zich als vezels en kogeltjes voordoet, dan is men tegen de optische misleidingen tamelijk gewaarborgd. Waar de elementaire deeltjes in vloeistoffen drijven, zoo als in het bloed en de melk, of zoo gemakkelijk losraken, als bij de fijnere epithelia, is de bereiding niet moeijelijk; ten hoogste kan het noodig zijn, er eenige vloeistof bij te voegen, om de kogeltjes over eene grootere oppervlakte te verspreiden. Niet zonder bittere ondervinding heeft men geleerd, dat de keuze der vloeistof, waarvan men zich te dien einde bedient, niet onverschillig is. Zuiver water biedt zich daartoe het eerst aan; maar vele elementaire deeltjes, welke cellen vormen met eenen vloeibaren inhoud, hebben doordringbare wanden. In water gelegd, slorpen zij hetzelve op, zwellen er door, en verkrijgen alzoo niet alleen eene andere gedaante dan zij in de zamengedrongene dierlijke vloeistoffen bezitten, maar zij kunnen ook bersten, en geheel en al vernietigd worden. Bij zoodanige cellen is het derhalve noodig een verdunningsmiddel te bezigen, dat, even als de dierlijke vochten, reeds indifferente stoffen opgelost bevat. Men kan suikerwater, oplossingen van keukenzout en andere onzijdige zouten bezigen, maar men moet daarbij wel in het oog houden, dat de cellen ook dan eene verandering van vorm ondergaan, wanneer de vloeistof, waarin men ze onderzoekt, meer zamengedrongen is dan de vochten van het ligchaam; zij laten dan van haren inhoud water door, vallen ineen en worden gerimpeld, zoo als dit aan de bloedbolletjes gemakkelijk kan worden aangetoond. Het meest zijn er de organische vloeistoffen zelve toe geschikt, verdund eiwit, bloedwei, speeksel, *humor aqueus*, de vloeistof van het glasachtig ligchaam, enz. Men moet echter bedenken, dat het speeksel dikwijls door het zuur, dat er in bevat is, eenen nadeeligen invloed uitoefent, en dat de bloedwei, wanneer zij eene poos aan de lucht is blootgesteld geweest, door verdamping meer

zamengedrongen wordt, en dan denzelfden invloed als te sterke zoutoplossingen uitoefent. Maar niet alleen door endosmose, ook op andere, nog niet genoegzaam verklaarde wijzen, verandert het water vele dierlijke zelfstandigheden, b. v. de zenuwvezelen, de staafjes van het Jacob'sche vlies, de zaaddiertjes. Deze alle behouden over het algemeen na den dood hunne ware gedaante niet, of slechts onder bijzonder gunstige voorwaarden. Zij moeten versch en met zoo weinig bijvoegsel, als mogelijk is, onderzocht worden. Zenuwzelfstandigheid en het vlies van Jacob bedek ik het liefst, slechts om hunne snelle uitdrooging te voorkomen, met een stukje van het glasachtig ligchaam.

Overigens spreekt het van zelve, dat het gebruik van altererende middelen niet volstrekt verwerpelijk, maar zelfs zeer leerrijk is, wanneer men slechts eenmaal weet, dat zij altereren. Zoo is ook het water onder anderen onontbeerlijk, om den inhoud of de kernen zigtbaar te maken. In andere gevallen is het doelmatig al te heldere en doorschijnende voorwerpen door stremming te verdikken, b. v. de vezelen der lens, der zonula Zinnii en andere. Daartoe bedient men zich van verdund zout- of salpeterzuur of van wijngeest.

Van de hardere weefsels van het ligchaam, beenderen en tanden, verkrijgt men dunne plaatjes, die tot het onderzoek geschikt zijn, door slijpen; kraakbeenderen, nagels en weefsels van eene soortgelijke consistentie kan men met scherpe messen in genoegzaam fijne schijfjes snijden. Moeijelijker is de behandeling der halfvaste en weeke stoffen, zoo als zenuwen, spieren, bindweefsel, klieren enz. Veel hangt reeds van eene gelukkige keus af der plaats, waar men ze afneemt. Zoo vindt men de hersenvezels in de klapvliezen der kleine hersenen, de zenuwvezels in de dunne nervi ciliares tusschen choroidea en sclerotica in zoo fijne lagen, dat er nagenoeg geene bereiding meer noodig is; ter onderzoeking van het spierweefsel kan men de oogspieren van kleine zoogdieren bezigen; bij het onderzoek der haarvaten de retina, welker weeke zenuwzelfstandigheid zich gemakkelijk laat wegspoelen. Vezelige weefsels worden in hunne afzonderlijke bundels of vezels door vaneenscheuring met twee naalden, nu eens met het bloote oog, dan weder onder de loep, ontleed. Wil men echter dwarse door-

sneden van deze weefsels of fijne deeltjes van weeke en niet vezelige zelfstandigheden hebben, dan moet men op middelen denken, om ze hard te maken. PURKINJE bezigde daartoe houtazijn en zamengedrongen liquor subcarbonatis potassae, welke de dierlijke weefsels zoo hard maken, dat men er gemakkelijk dunne lagen van kan snijden. HANNOVER prijst het verdund chromiumzuur aan, dat hij door JACOBSON ter verharding van dierlijke weefsels zag aanwenden. RASPAIL droogde stukken van weeke plantenzelfstandigheid, nadat hij ze eerst met eene gomoplossing had laten doortrekken, om het ineenschrompelen te verhinderen, en WASMANN heeft deze behandeling met goed gevolg tot het onderzoek van het slijmvlies der maag gebezigd. In vele gevallen is het voldoende, stukken van weefsels of organen, aan zichzelve overgelaten, te droogen. De stukken moeten slechts niet te dun zijn, daar zij anders in gedroogden toestand ligt breken, en mogen bij het droogen niet uitgespannen gehouden worden, want daardoor juist ontstaan, uit ligt te begrijpen oorzaken, scheuren en bersten. Ik heb van stukken huid, hoornvlies en spieren, nadat zij zoo hard waren geworden als hout, fijne spaantjes meer afgeschaafd dan gesneden, die, wanneer zij in water geweekt waren, de eigenaardige elementen dezer weefsels geheel en al ongeschonden lieten herkennen. Om van de versche hersenen en het ruggemerg en van de weefsels, die in consistentie daarmede overeenkomen, dunne laagjes af te snijden, heeft VALENTIN een instrument voorgesteld, dat hij dubbelmes noemt (1). Dit bestaat uit twee zeer scherpe messen, die door middel van een schuifpincet bij elkander gebragt worden, zoo digt als men wil. Hoe hooger de schuif opgaat, des te naauwer wordt de tusschenruimte tusschen de beide snijdende oppervlakten.

Zoo gewenscht als het is, dat de voorwerpen in de vergrooting, zoo als het zamengestelde mikroskoop ze ons vertoont, aan eene verdere ontleedkundige práeparatie konden worden onderworpen, zoo moeijelijk is het deze uit te voeren. Een bezwaar ligt reeds daar in, dat het mikroskoop de voorwerpen en daarom ook de ontledende instrumenten omkeert, zoodat men aanvankelijk steeds

(1) *Repertorium*, 1839. S. 39.

de tegenovergestelde beweging maakt van die, welke men wil; dit kan intusschen door opmerkzaamheid en oefening vervallen. Een ander bezwaar wordt door de ruwheid der instrumenten voortgebragt, die, door het mikroskoop vergroot, in verhouding tot de voorwerpen meer op knodsen en bijlen, dan op naalden en messen gelijken. v. NORDMANN (1) raadt daarom als mikrotomische messen de punten van *cactus flagelliformis* aan, die men in de lengte moet splijten, en waarvan men de spits toeloopende uiteinden vervolgens met een scheermes aan beide zijden in eene schuinsche rigting afsnijden moet. Eindelijk kunnen de werktuigen bij sterke linzen en eenen korten afstand van den focus slechts in eene zeer achterover gebogene, aan den horizontalen stand naderende rigting tot het te praepareren voorwerp gebragt worden en moeten daarom steeds eene groote vlakte bedekken. Om deze redenen moet men zich nagenoeg alleen tevreden stellen met de praeparaten te verscheuren of door eene methodisch aangebragte drukking uiteen te doen wijken, plat te maken, en eindelijk te verpletteren of onder zekere omstandigheden uiteen te doen springen. Dit geschiedt door opgelegde dunne plaatjes van glas of glimmer, en bij de Berlijnsche mikroskopen zijn zoodanige zamendrukkingstoestellen (*compressoria*) volgens EHRENBERG's opgave gevoegd, bestaande in eene bus van geel koper, die open- en toegeschroefd kan worden. In het onderste gedeelte ligt een dik en daarboven een dunner rond glas, beide met eene uitsnijding voorzien, waarin een aan den rand der geelkoperen bus uitstekende stift past. Het voorwerp wordt tusschen de beide glazen gelegd, en deze worden door het aanschroeven van het bovenste gedeelte van den toestel tegen elkander aangedrukt. Dit apparaat is echter onbruikbaar, omdat meestal het glas, dat eerst op het voorwerp gelegd wordt, door zijn gewigt alleen de weeke voorwerpen verscheurt, en alzoo de oogenblik, waarop de drukking wordt aangewend en waarop het juist aankomt, niet kan worden waargenomen. Het was daarom een zeer verdienstelijk werk, om een instrument uit te denken, zoodanig ingerigt, dat het bovenste glas, waarmede de drukking wordt uitgeoefend, allengs en onder

(1) *Mikrographische Beiträge zur Naturgeschichte der wirbellosen Thiere*, Heft 1, Berlin. 1832, S. 32.

de beschouwing van het voorwerp digter bij het onderste glas, dat het voorwerp draagt, gebragt kon worden. PURKINJE heeft het eerst een zoodanig instrument onder den naam van mikrotomische kneuzer opgegeven (2), dat slechts onnoodig gecompliceerd en zwaar is. Een eenvoudiger en zeer bruikbaar apparaat wordt door SCHIEK in Berlijn vervaardigd; daar het goedkoop is en zeker spoedig algemeen verspreid zal zijn, reken ik het voor overtollig, om in eene wijdloopige beschrijving van hetzelve te treden.

Ook de chemisch-mikroskopische experimenten vorderen eenige oefening en nog meer geduld. Natuurlijk kan het er hier slechts op aankomen, om reactiën uit te vorschen, zoo als b. v. of een weefsel in bepaalde stoffen oplosbaar zij of niet, er mede opzwelle, bleeker of donkerder worde, stremme, enz. Somtijds is het voldoende, de stof, welke men onderzoekt, eerst chemisch te behandelen en vervolgens onder het mikroskoop te brengen. In vele gevallen echter is het onmisbaar, om de veranderingen, welke het reagens voortbrengt, van den beginne af aan waar te nemen, vooral wanneer men wil uitmaken, of elementen zich geheel of gedeeltelijk oplossen. Men voegt alsdan de chemische zelfstandigheden bij de praeparaten, welke zich op den objectdrager bevinden. Indien dit zonder in achtneming van verdere voorzigtigheidsmaatregelen geschiedt, dan ontstaat er gedurende de vermenging eene zoo levendige beweging, dat alles voor eenigen tijd voor het oog verdwijnt, en het doel der proef verijdeld wordt. Beter is het, de praeparaten met een glaasje te bedekken en het reagens in eenen droppel aan den rand van het dekglaasje te brengen, vanwaar het allengs tusschen de beide glazen indringt. Daar dit dikwerf een zeer langen tijd vordert en dikwijls ook geheel en al tegenslaat, zoo bedien ik mij van eenen fijnen draad garen, waarvan ik het ééne uiteinde in de vloeistof breng, welke het voorwerp bevat, en alles gezamenlijk met een dun glazen plaatje bedek; op het andere einde van den draad breng ik alsdan een droppel van het reagens, dat nu door de capillariteit van den draad wel is waar ook langzaam, maar zeker in de vloeistof, welke aan het onderzoek onderworpen is, wordt verplaatst. Ook bij deze methode

(1) MÜLL. *Archiv*, 1834, S. 385, Taf. VIII, Fig. 1—6.

blijven intusschen somtijds enkele plaatsen verschoond, waarschijnlijk ten gevolge van de sterke aankleving van het praeparaat aan de glazen, en de proeven moeten dikwijls herhaald worden, zoo zij vertrouwen zullen verdienen. Neemt men nu daarbij in aanmerking, hoe moeijelijk het is, de hoeveelheid der gebezigde stoffen te bepalen, en denkt men daarbij aan de bijzondere eigenschap der proteineverbindingen, van in verschillende reagentiën, naarmate van hunne hoeveelheid, nu eens te worden nedergeslagen, dan weder opgelost te worden, dan wordt het ons duidelijk, waarom het scheikundig gedeelte van onze onderzoekingen nog zoo onvolkomen is (1). De meeste der tot nog toe aanwezige feiten bezitten door de wijze, waarop de waarnemingen gemaakt werden, slechts eene geringe waarde, en ik heb mij daarom nagenoeg alleen tot de proeven met azijnzuur bepaald, die ook meer dan alle andere van gewigt zijn, wegens de verschillende verhouding van dit zuur ten opzigte van de cellen en hare kernen. Een naauwkeurige, alle weefsels omvattende, vergelijkende arbeid omtrent de verhouding van andere herkenningsmiddelen ten opzigte van de verschillende weefsels zou eene levendig gevoelde gaping in de histologie aanvullen.

Hoe meer zich de soorten der vezels en blaasjes in het dierlijk organisme vermenigvuldigen, des te noodzakelijker wordt het, om tot derzelver onderscheiding, nevens andere kenteekenen, ook de verhouding der grootte ter hulp te nemen. Oudere onderzoekers vergenoegden zich met de betrekkelijke grootte van mikroskopische voorwerpen bij benadering op te geven, door ze met haren, zandkorrels, bloedbolletjes enz. te vergelijken. Tegenwoordig moet derzelver absolute maat bepaald worden. Van de toestellen ter bepaling van de doormeting dezer kleine voorwerpen, mikrometers genaamd, bestaan er tweederlei soorten; glazen- en schroefmikrometers (2). De glazen mikrometers zijn glazen plaatjes, waarop, door

(1) Eene aanmerkelijke uitbreiding heeft ook dit gedeelte ondergaan door de onderzoekingen van DONDERS en MULDER, bekend gemaakt in MULDER'S *Phys. Scheik.* 6de stuk, en in de *Holländische Beiträge*, herausgeg. von Dr. J. VAN DEEN, Dr. F. C. DONDERS und Dr. JAC. MOLESCHOT, Bd. I. Heft. 1, S. 39. VERT.

(2) Die deze instrumenten nog naauwkeuriger wil leeren kennen, leze onder anderen de *Recherches micrometriques sur le développement des tissus et des organes du corps humain, précédées d'un examen critique des differentes méthodes micrometriques par* P. HARTING, *Utrecht.* 1845. VERT.

middel eener verdeelingsmachine, zeer fijne lijnen zoo digt mogelijk en op eenen bepaalden afstand van elkander geslepen zijn. Gewoonlijk wordt daarbij nog eene tweede reeks van lijnen gevoegd, welke de eerste in regte hoeken snijden, zoodat er vierkante vlakken ontstaan, en er is nu slechts uit te vorschen, hoeveel vlakken een mikroskopisch voorwerp inneemt, of hoeveel mikroskopische voorwerpen op een veld gaan. Men brengt tot dat einde het praeparaat op de mikrometerplaat, of liever, men legt de mikrometerplaat in het oculair, zoodat zij slechts door de oculair-linze vergroot wordt, en men door het net van strepen heen op het voorwerp ziet. Bij het gebruik van den schroefmikrometer wordt het voorwerp, dat men meten zal, onder eenen in het oculair gespannen draad doorgevoerd, door het omdraaijen eener zeer fijn verdeelde schroef, die in de plaats van het hoofd eene groote, ronde schijf heeft, welker rand in graden is verdeeld. Zij draait zich aan eenen vaststaanden nonius, en, men bezit alzoo een middel om uit te rekenen, hoeveel omdraaijingen en hoeveel gedeelten eener omdraaijing de schroef maken moest, vóórdat het voorwerp onder den draad in het oculair was doorgegaan. Wanneer door ééne omdraaijing der schroef de objecttafel en het voorwerp, dat er op ligt, eene zekere lengte wordt voortbewogen, b.v. $^1/_{10}'''$, en wanneer het hoofd der schroef in 100 graden verdeeld is, dan heeft het voorwerp, wanneer de schroef één graad voorwaarts wordt bewogen, $^1/_{1000}'''$ doorloopen. Het is moeijelijk uit te maken, aan welk dezer instrumenten men de voorkeur geven moet. In een zeker opzigt is de schroefmikrometer naauwkeuriger, daar bij den glazen mikrometer nog steeds iets aan onze schatting blijft overgelaten; de laatste worden intusschen tegenwoordig zoo fijn gemaakt, dat zij in de meeste gevallen volkomen toereikende zijn. Ik heb voor de in dit werk opgegevene metingen een schroefmikrometer gebruikt, welke met den nonius tot $^1/_{10000}$ eener Parijsche lijn aangeeft. Tot meerdere zekerheid stel ik de metingen steeds zoo in het werk, dat ik het voorwerp voor- en achteruit beweeg, en slechts zoodanige metingen opneem, waarbij de mikrometer, nadat het ligchaam voor- en weder achterwaarts geschoven is, juist op hetzelfde punt komt, waarop zij bij het begin van het onderzoek stond. Voor het overige komen er in de grootte der elementaire

deeltjes dikwijls aanmerkelijke verschillen voor, en het is daarom goed, om, nadat men eenige in het oog vallend groote en kleinere ligchaampjes uitgezocht heeft, uit een aantal van verschillende metingen de gemiddelde grootte te berekenen. Als proef wendde ik eene andere methode aan, die vroeger veel in gebruik was, van namelijk het voorwerp in zijne schijnbare grootte na te teekenen, zoodat de teekening en het voorwerp elkander bedekken, wanneer beide zich op eenen gelijken afstand van het oog bevinden, en het eene oog door het mikroskoop, het andere daarnaast naar de teekening ziet. De teekening geeft de schijnbare grootte van het voorwerp bij de vergrooting, welke bekend moet zijn. De wezenlijke grootte wordt alsdan door eene eenvoudige verdeeling gevonden. Alle afbeeldingen, welke zich op de hierbij gevoegde platen bevinden, zijn op deze wijze geteekend, en vertoonen derhalve de schijnbare grootte der voorwerpen bij de opgegevene vergrootingen. De vergrooting, welke eene linze geeft, wordt, zoo als bekend is, uit haren afstand van den focus berekend, terwijl men aanneemt, dat de afstand, waarin een ligchaam met het bloote oog duidelijk gezien wordt, 8″ bedraagt. De schijnbare doormeting van een ligchaam neemt in dezelfde verhouding toe, naarmate het digter bij het oog of de linze gebragt kan worden; het wordt alzoo 8 malen vergroot door eene linze van 1″ brandwijdte, 96 door eene linze van 1‴ brandwijdte, enz. Te dezer plaatse moet nog herinnerd worden, dat in oudere werken de vergrootingen niet naar de doormeting, maar naar de oppervlakte gegeven werden, welke gelijk is aan het vierkant der doormeting. (1)

(1) Die zich uitvoeriger met de constructie van de mikroskopen enz. der verschillende werktuigkundigen bekend wil maken, leze J. VOGEL's *Anleitung zum Gebrauch des Mikroskops, Leipzig* 1841. VERT.

GEDRUKT BIJ BAKELS EN KRÖBER.

ALGEMEENE
ONTLEEDKUNDE,

OF

LEER VAN DE SCHEIKUNDIGE EN MORPHOLOGISCHE BESTANDDEELEN

VAN HET

MENSCHELIJK LIGCHAAM.

DOOR

Dr. J. HENLE,

Hoogleeraar in de Ontleedkunde enz. enz. te Heidelberg.

IN HET NEDERDUITSCH OVERGEBRAGT,
ONDER MEDEWERKING VAN DEN SCHRIJVER GEDEELTELIJK
OMGEWERKT EN MET AANTEEKENINGEN VOORZIEN,

DOOR

Dr. *C. E. HEYNSIUS*,

Stadsgeneesheer te Amsterdam.

MET 5 PLATEN, OP STAAL GEGRAVEERDE AFBEELDINGEN BEVATTENDE,
EN VELE IN DEN TEKST GEDRUKTE HOUTSNEÊFIGUREN.

4de Aflevering.

AMSTERDAM,
HENDRIK FRIJLINK.
1846.

Dit werk zal in 18 Afleveringen, ieder à 4 vel druks, compleet zijn. Afleveringen boven dit getal worden gratis nageleverd. 6 Afleveringen zullen een Deel uitmaken.

Iedere Aflevering en iedere staalplaat zal komen op 60 cents, zoodat het geheele werk zal kosten *f* 13,80.

Zonder ongehoopte verhindering zal op den eersten van elke maand eene Aflevering het licht zien, tot dat het werk compleet is.

EERSTE GEDEELTE.

OVER DE VORMEN EN EIGENSCHAPPEN DER DIERLIJKE ELEMENTAIRE DEELTJES IN HET ALGEMEEN.

De stof voor eene geschiedenis der dierlijke elementaire deeltjes wordt door de waarnemingen omtrent het maaksel van de ontwikkeling der bijzondere weefsels geleverd. Naarmate deze in volkomenheid toenemen en aan zekerheid winnen, laat er zich het voor allen gemeenschappelijke gemakkelijker en zekerder uit vaststellen. Te gevaarlijker echter zijn deze afgetrokkene beschouwingen in een gebied van wetenschap, waarin nog zoo veel uit te vorschen en nog zoo weinig van het waargenomene onbestreden is. De gang, welken de bearbeiding van ons onderwerp tot nog toe genomen heeft, en het gebrek aan bouwstoffen maakten het noodzakelijk, dat wij somtijds eene vergelijking met de plantaardige weefsels te baat nemen. Het nadeel, dat een te spoedig gebruik der feiten in dit opzigt zou kunnen aanbrengen, hoop ik voor te komen, door bij elke algemeene stelling naauwkeurig de waarnemingen op te geven, waarop zij gegrond is.

Wij maken met de het best gekende deelen, met de volkomen ontwikkelde elementaire cellen een begin, om ons daarna aan den eenen kant met haren oorsprong, aan den anderen kant met hare verdere ontwikkeling bezig te houden.

DE ELEMENTAIRE CELLEN (PRIMAIRE CELLEN, KERNCELLEN, CELLULAE NUCLEATAE).

In de meeste plantaardige en dierlijke weefsels komen gedurende het gansche leven, of op eenen zekeren tijd hunner ontwik-

keling, mikroskopische ligchaampjes voor van eenen eigenaardigen en zeer karakteristieken vorm, die men met de bovengenoemde namen pleegt te bestempelen. Het zijn blaasjes (Pl. I, fig. 1, Pl. II, fig. 2, Pl. IV, fig. 1, E, Pl. V, fig. 4, B, 15, 22, B.), die uit een fijn vlies bestaan, met eenen vloeibaren, nu en dan eenigzins korreligen inhoud; in hunnen wand ligt een klein, donkerder ligchaam (Pl. I, fig. 1, b), de celkern, *nucleus*, cytoblast (Schleiden), en deze is gewoonlijk gekenmerkt door ééne of twee, zelden meerdere, nog donkerder en nagenoeg regelmatig ronde vlekjes (Pl. I, fig. 1, c.), *nucleoli*, kernligchaampjes. De celkern bezit eene tamelijk bestendige grootte en vorm, rond of ovaal, 0,002—0,004‴ in doormeting, meestal eenigzins afgeplat, helder of geelroodachtig, glad, fijn gekorreld of ook wel even als eene framboos uit fijnere korreltjes zamengesteld (Pl. I, fig. 7), in welk geval de kernligchaampjes onzigtbaar zijn. Ook de celkern schijnt somtijds uit een vliesachtig omhulsel en eene ingeslotene vloeistof te bestaan; zij kan zich ten minste onder zekere omstandigheden in een vetblaasje veranderen.

De meeste elementaire cellen lossen zich, vooral in den eersten tijd na hare vorming of in hare jeugd, zoo men dit zeggen mag, in azijnzuur op, waarna de kernen overblijven en des te duidelijker als zelfstandige ligchaampjes kunnen onderscheiden worden. Kern en kernligchaampjes verschillen echter, voor zoo ver men weet, chemisch niet van elkander; men kan de kernen niet ontleden, zonder gelijktijdig de kernligchaampjes te vernietigen, en om deze reden is het ook nog niet zeker, of de kernligchaampjes vlekken, openingen of zelfstandige kogeltjes of blaasjes binnen in of in den wand van den nucleus zijn. Volgens Schwann (1) liggen zij in de ronde cellen excentrisch, bij de holle aan den inwendigen wand der kern. Bij de planten zouden zij, zoo als Schleiden opgeeft, zelve nog holle blaasjes kunnen zijn.

De cellen liggen in eene vormlooze stof, cytoblastema volgens Schwann, waarin zij zwemmen, wanneer het cytoblastema vloeibaar is, of als het ware in een bed liggen, wanneer het cytoblastema half vast of vast is. Het vaste cytoblastema, waarin de cellen meer

---

(1) *Mikroskop. Unters.* S. 203.

of minder opeengedrongen zijn, doet zich als intercellulaire zelfstandigheid voor, en is gelijktijdig het bindmiddel der cellen.

HET ONTSTAAN DER CELLEN.

Om de wijze, waarop de cellen zich vormen, te bestuderen, moet men óf de ontwikkeling van het ei en van de afzonderlijke weefsels uit den kiem, óf hunne regeneratie in volwassenen nagaan. Hiertoe zijn het meest de weefsels geschikt, die bestendig en normaal aan eene bepaalde zijde op nieuw worden voortgebragt, zoo als dit bij de hoornachtige vormsels geschiedt. Veel hebben ook de processen der organisatie ter oplossing van sommige punten geleverd, die in uitgezweete plastische vloeistof, namelijk na ontsteking, plaats vinden.

Bij de planten ontstaan de cellen, volgens de onderzoekingen van SCHLEIDEN (1), zeer algemeen zóó, dat er om afzonderlijke scherp begrensde korreltjes, om de kernligchaampjes namelijk, granuleuse coagulatiën te voorschijn treden, die de cytoblasten daarstellen; op de volkomen ontwikkelde cytoblasten verheft zich een fijn, doorschijnend blaasje, dat aanvankelijk een vlak kogelsegment vormt, zich allengs meer uitbreidt en over den rand der celkern heen groeit, tot dat de laatste slechts als een klein door een der zijwanden ingesloten ligchaam voorkomt.

Deze wijze van ontwikkeling houdt SCHWANN ook voor de gewone bij de dierlijke cellen (2). Er wordt eerst een kernligchaampje gevormd; daarom wordt eene laag gewoonlijk van eene fijnkorrelige zelfstandigheid nedergeslagen, die echter naar buiten nog geene scherpe grenzen bezit. Terwijl er tusschen de aanwezige moleculen dezer laag steeds nieuwe moleculen afgezet worden, en wel slechts op eenen bepaalden afstand van het kernligchaampje, worden de grenzen der laag naar buiten meer bepaald, en er ontstaat eene meer of minder scherp omschrevene celkern. Indien de nederzetting van stof sterker in het uitwendige gedeelte der laag plaats grijpt, dan wordt de celkern hol, de oppervlakte verdikt zich sterker, en kan

(1) MÜLLER'S *Archiv*, 1838 S. 137 en volg.
(2) t. a. p. S. 207.

de hardheid van een vlies verkrijgen. Het ontstaan der kernen met meer dan één kernligchampje stelt SCHWANN zich zoo voor, dat de lagen, die zich om twee naast elkander liggende kernligchaampjes vormen, inéénvloeijen, vóór dat zij naar buiten scherp begrensd zijn. Hetzelfde proces zou zich bij de vorming der cellen om de kern herhalen. Op de uitwendige oppervlakte der celkern zou zich eene laag zelfstandigheid nederslaan, die van het omgevende cytoblastema verschilt, aanvankelijk nog geene scherpe grenzen vertoont, maar bij de voortgaande afzetting zich naar buiten scherper van de omringende zelfstandigheid afscheidt. Ook hier kan het geschieden, dat er twee kernen gelijktijdig door zelfstandigheid, die zich tot eene cel vervormt, ingesloten, en er alzoo cellen met meer dan ééne kern gevormd worden. Wanneer de laag dik is, dan verhardt zich allengs haar buitenste gedeelte tot een vlies, of vertoont zich ten minste meer ineengedrongen, dan het binnenste gedeelte. Het vastgewordene celvlies zet zich allengs uit, verwijdert zich van de celkern, en de ruimte tusschen celvlies en kern wordt met vloeistof aangevuld.

Wat nu vooreerst het ontstaan der celkern betreft, zoo zijn SCHWANN'S beschouwingen daaromtrent, daargelaten de vooronderstelde analogie met de planten, op twee onzekere waarnemingen gegrond. R. WAGNER (1) heeft de ontwikkeling der eijeren in den eijerstok van *Agrion virgo* nagegaan, en daarbij waargenomen, dat zich het eerst de kiemvlek, daar om heen het kiemblaasje, en eindelijk om het kiemblaasje de dojer met het dojervlies vormden. Beschouwt men met SCHWANN het geheele ei (Pl. V, fig. 25) als ééne cel, het kiemblaasje (*e*) als de celkern, de kiemvlek (*f*) als het kernligchaampje, dan zou daardoor allezins het vooraf bestaan van het kernligchaampje bewezen zijn. Maar deze opvatting is nog aan vele bedenkingen onderhevig; zij berust voor een gedeelte juist op de vooronderstelling, welke zij zou moeten bewijzen, namelijk op de vooronderstelling, dat de vorming van het kernligchaampje aan de vorming van de kern voorafgaat; vele gronden echter, welke eerst in de bijzondere beschrijving kunnen worden

(1) *Abhandlungen der mathematisch-physikal. Classe der baier. Akad. der Wissenschaften*, Bd. II, S. 531, Taf. II, Fig. 1.

aangevoerd, doen veeleer het vermoeden ontstaan, dat het kiemblaasje zelf als de cel moet worden beschouwd en de kiemvlek als de celkern, waarin, zoo als zoo dikwerf, het kernligchaampje ontbreekt of onduidelijk is. De tweede hierop betrekking hebbende waarneming vermeldt SCHWANN met de volgende woorden (1): »Pl. III, fig. 1, *e*, schijnt eene in het tijdperk van haar ontstaan verkeerende celkern van eene kraakbeencel te zijn. Men ziet daar een klein, rond ligchaampje, en rondom hetzelve ligt eene kleine hoeveelheid eener fijn korrelige zelfstandigheid, terwijl het overige cytoblastema van het kraakbeen homogeen is. Deze fijn korrelige zelfstandigheid gaat naar buiten allengs te niet.'' Iets soortgelijks heb ik ook eens in het kraakbeen in het binnenste eener cel gezien en op plaat V, fig. 6, A, *o*, afgebeeld. Indien wij het ontstaan van kraakbeencellen binnen in de reeds gevormde cellen al eens voor een oogenblik toegeven, dan kunnen de korreltjes *n* en *o* nieuwe kernligchaampjes en de kringvormige lijn rondom *o* de omtrek eener nieuwe celkern zijn. Er is intusschen in dit kraakbeen eene nederzetting van vet begonnen, zoodat de cytoblast der moedercel zelve (*m*) in een vetblaasje veranderd scheen, en in dit geval kunnen ook *n* en *o* toevallig nedergezette vetmoleculen zijn.

Andere waarnemingen maken het twijfelachtig, of de granuleuse zelfstandigheid, waaruit de celkern ontstaat, slechts in den omtrek van een kernligchaampje kan worden nedergezet. Men vindt, zoo als reeds vermeld is, celkernen, die zeer gelijkmatig uit eene groote hoeveelheid van fijne korreltjes zamengesteld schijnen, en wel het meest in de klieren (Pl. V, fig. 18) en in de bloedbolletjes der lagere gewerveide dieren (2), ook somtijds in de opperhuid (3) en in gezwellen (4). De buitenste omtrekken dezer kernen worden later gladder en de korrelige massa schijnt op de oppervlakte digter te worden, terwijl de inhoud steeds helderder wordt, zonder dat er ook later kernligchaampjes zigtbaar worden. Echter kunnen zij hier door de massa der korreltjes verborgen gebleven

(1) t. a. p.

(2) BAUMGÄRTNER, *Nerven und Blut*, S. 45, Taf. VIII, Fig. 10. — R. WAGNER, *Icon. physiol.* Tab. XIII, Fig. 3, 7.

(3) VALENTIN, *Repert.* 1836. Taf. II, Fig. 34.

(4) J. MÜLLER, *Bau d. krankh. Geschwülste*, Taf. III, Fig. 5 en andere.

en later verdwenen zijn, zoo als in de kernen der epidermis nagenoeg regelmatig geschiedt. REICHERT (1) werpt eveneens bedenkingen op tegen SCHWANN'S theorie, omtrent het vooraf bestaan der kernligchaampjes, daar deze in de celkernen van de eerste beginselen van het embryo niet zigtbaar zijn, en eerst later bij de verdere ontwikkeling te voorschijn komen. Hij uit daarom het vermoeden, dat de kernligchaampjes ten gevolge van eene bijzondere en latere metamorphose der kern ontstaan. Evenwel is het, zoo als later zal worden aangetoond, niet zeker, of datgene, wat REICHERT aan de cellen van de eerste beginselen van het embryo voor de kern houdt, werkelijk dien naam verdient.

Een niet onbelangrijk aantal feiten laat zich voor eene geheel andere ontwikkelingswijze der celkern aanvoeren. De meeste dezer werden bij de vorming van nieuwe producten waargenomen, welke ten gevolge van een pathologisch proces, de ontsteking, plaats grijpt. In ontstokene deelen zweet namelijk, om het even uit welke oorzaken, het vloeibare gedeelte van het bloed in eene grootere hoeveelheid, dan bij de normale voeding, uit de wanden der bloedvaten uit, en verzamelt zich op de oppervlakte van vliezen, onder hunne opperhuid, of in de tusschenruimten van het parenchyma, die, naarmate er meer vloeistof toestroomt, allengs vergroot worden en tot eene holte kunnen ineenloopen. In het eerste geval ontstaan er blaasjes of puistjes; in het tweede geval vormt er zich eene abscesholte. De verzamelde vloeistof wordt naarmate van hare dikte, etter of wei, of eindelijk plastische lymphe, plastisch exsudaat genoemd, wanneer hare vezelstof gestold en het vloeibare gedeelte opgeslorpt of langs den eenen of anderen weg verwijderd is geworden. Hare dikte wordt echter niet alleen door de hoeveelheid der in het bloed opgeloste stoffen bepaald of door het nederslaan van vormlooze vezelstof, maar door de aanwezigheid van mikroskopische ligchaampjes, die men onder den naam van etterbolletjes sedert lang beschreven heeft en die, zoo als nieuwere onderzoekingen leeren, niets anders zijn, dan elementaire cellen, in haren overgang tot de weefsels, welke het organisme op de gekweste plaats op nieuw voortbrengt. De etter-

(1) *Entwickelungsleben*, S. 28.

wei, waarin de bolletjes zwemmen, is vloeibaar; de gestolde vezelstof is vast cytoblastema.

De etterbolletjes bezitten eene schil, die door azijnzuur eerst doorschijnend en vervolgens opgelost wordt, en binnen deze wordt eene kern gevonden, die na het aanwenden van azijnzuur zelden eenvoudig en meestal uit 2—4 kleine kernen zamengesteld voorkomt (1). In versche etterbolletjes is de kern eenvoudig, meestal van een centraal vlekje voorzien; zij is óf terstond in het begin zigtbaar óf vertoont zich na een kort verwijl der bolletjes in water. Indien men ze aan water of verdund azijnzuur gedurende eenen langen tijd en langzaam blootstelt, dan wordt de eenvoudige kern en eenige cellen slechts bleeker; in anderen wordt haar omtrek ingescheurd, zoodat zij nu eens hartvormig, dan eens *biscuit*vormig, of eindelijk in de gedaante van een kaartfiguur voortkomt; in anderen eindelijk komt het van eene inscheuring van den rand tot eene wezenlijke splijting, en vervalt de eenvoudige kern in 2 of 3, zelfs 4 kleinere. Vóór dat zij vaneenvallen, doorloopen de laatste, wanneer het azijnzuur langzaam inwerkt, de andere vormen na elkander (verg. Pl. V, fig. 22, A—E (2)). De korreltjes, waarin de cytoblasten eindelijk verdeeld worden, bezitten eene doormeting van 0,001—0,002‴; hunne omtrekken zijn scherp en donker; zij zijn eenigzins plat en komvormig uitgehold, en van daar schijnbaar ringvormig.

De etterbolletjes, welker kern door azijnzuur niet wordt aangedaan, komen in alle opzigten met de elementaire cellen overeen, waaruit zich de opperhuid en andere dierlijke weefsels vormen. Daar nu de overgang van deze tot de etterbolletjes met eene zamengestelde kern allengs plaats grijpt, werd de vraag geopperd, of de elementaire cellen, b. v. der opperhuid, door eene soort van ontleding en oplossing in etterbolletjes overgaan, dan of omgekeerd de etterbolletjes met vaneenvallende kernen een vroegere ontwikkelingstrap der gewone elementaire cellen zijn. Om vele

(1) GÜTERBOCK, *De pure et granulatione*, p. 7. VOGEL, *Eiter*, *Eiterung*, etc. S. 26.

(2) In de aangehaalde afbeeldingen zijn slijmbolletjes voorgesteld, die zich echter mikroskopisch volkomen als etterbolletjes verhouden.

redenen (1) heb ik de laatste beschouwingswijze als mijn gevoelen uitgesproken en aangenomen, dat de kern der elementaire cellen uit kleinere kerntjes zamengesteld wordt, die ook te zwakker verbonden zijn en des te gemakkelijker door water en azijnzuur weder van elkander kunnen worden gescheiden, naarmate zij jonger zijn; ongeveer even als twee aan elkander gelijmde ligchamen zich des te gemakkelijker laten scheiden, naarmate de lijm verscher is. Eene waarneming van Vogel (2), welks werk gelijktijdig met het mijne in het licht verscheen, bragt dit vermoeden tot zekerheid. Reeds Güterbock en vele anderen na hem hebben in den etter, behalve de gewone etterbolletjes, kleine korreltjes ontdekt, die in vorm en grootte met die overeenkomen, waarin de nucleus der etterbolletjes ontleed wordt. Deze zijn echter, volgens Vogel, de eerste mikroskopische deeltjes, die in de aanvankelijk waterheldere, uitgestorte vloeistof op wonden voorkomen; in het gestold plastisch exsudaat liggen zij verstrooid in het rond; hunne hoeveelheid neemt allengs toe; enkele zijn daaronder grooter. Allengs ziet men een zoodanig donker korreltje afzonderlijk, of twee tot drie derzelve, welke met elkander vereenigd zijn, met eenen teederen doorschijnenden ring omgeven; nog later komen er grootere ligchaampjes te voorschijn, van 0,003''' doormeting, waarin men nog slechts onduidelijk eene donkerder kern en een lichter, halfdoorschijnend omhulsel waarneemt; eindelijk worden er volkomen ontwikkelde etterbolletjes in de vloeistof gevonden. Deze gewigtige waarnemingen maakte Vogel aan blazen, die door spaansche-vliegenpleisters getrokken waren, en aan eene gapende huidwond van een konijn.

Van de elementaire cellen, die in het volwassen ligchaam onder normale voorwaarden op nieuw gevormd worden, sluiten zich hieraan het naast de zoogenaamde slijmbolletjes aan, waaraan wij dezelfde vormen en overgangen van de etterbolletjes hebben aangetoond. Zij vullen de fijnste vertakkingen der slijm-, speeksel-, traanklieren enz. aan. Van de kern der cellen in de maagklieren weet men door Wasmann (3), dat zij door water en azijnzuur,

(1) *Schleim und Eiter*, S. 18.

(2) t. a. p. S. 152.

(3) *De digestione*, p. 11.

even als de kern der slijmbolletjes, wordt ontleed. De bolletje der lymphe (Pl. IV, fig. 1, E), die ook in het bloed nog voorkomen en ongetwijfeld in bloedbolletjes overgaan, zijn slechts door hare mindere grootte van de etterbolletjes onderscheiden. Bovendien bevatten de lymphe en de chijl aanvankelijk, even al de pas gevormde vloeistof op wonden, de kleine kerntjes afzonderlijk, die later door hunne verbinding met elkander de cytoblasten uitmaken. Splijtbare cytoblasten vond ik verder in de jongere epitheliumlagen (Pl. I, fig. 7, *a*), hoewel zelden. VALENTIN (1) trof ze eindelijk ook bij het embryo aan in de cellen, waaruit spier- en zenuwweefsel gevormd worden, en SCHWANN heeft zelfs eene zoodanige cytoblast uit de spier van een zwijnen-embryo afgebeeld (2). Hoe zal men zich bij deze wijze, waarop de cytoblast ontstaat, de vorming van het kernligchaampje verklaren? Daarvoor laten zich nog slechts onderstellingen geven. Wanneer men hunne ligging en hun aantal met het aantal der korreltjes vergelijkt, door welker vereeniging de celkernen ontstaan, dan kan men tot de gedachte komen, dat het overgeblevene openingen zijn, met eene zelfstandigheid gevuld, welke van die der overige cytoblasten verschilt.

De ontwikkeling der cel om de kern begint, zoo als uit de zoo even medegedeelde waarneming van VOGEL en uit mijne onderzoekingen omtrent de bloedbolletjes blijkt, nog vóór dat de versmelting der korreltjes tot cytoblasten is begonnen. Wanneer de kern vastgeworden is, dan groeit de cel voort, wordt dikker, en vult zich met haren specifieken inhoud. Slecht bij uitzondering bevinden er zich in het slijm groote, met de epitheliumcellen der oppervlakkige laag overeenkomstige cellen, welker kern nog door azijnzuur ontleed wordt (3). Dat, zoo als SCHWANN opgeeft, de cel het eerst als eene laag van fijn korrelige en nog niet naauwkeurig begrensde stof op de kern wordt nedergezet, en later door verdikking op de oppervlakte een blaasje wordt, is wel is waar zeer waarschijnlijk, maar ook nog geen eigenlijk resultaat der waarneming. SCHWANN zelf beroept zich op eene,

---

(1) MÜLLER'S *Archiv*, 1840, S. 202, 219.

(2) *Mikroskopische Unters.* Pl. III, Fig. 13.

(3) *Schleim und Eiter*, S. 18.

afbeelding van kraakbeencellen (Pl. III, fig. 1), waarbij *d*, de kern eener groote cel, door fijne en met geene scherpe grenzen omschrevene puntjes wordt omgeven. Deze puntjes zou men slechts dan voor het begin eener nieuwe cel kunnen houden, wanneer men bij het kraakbeen de vorming van nieuwe cellen binnen de ouden erkende. SCHWANN erkent dit niet. De enkele, eenigzins waarschijnlijke feiten, die ik aanvoeren kan, worden door de geschiedenis van de ontwikkeling der bloedbolletjes aan de hand gegeven en door de vergelijking der verschillende pigmentcellen met elkander. Onvolkomen ontwikkelde bloedbolletjes, van den vorm, die op Pl. IV, fig. 1, E, *d*, afgebeeld is, waar de eene of andere kleverige zelfstandigheid de korreltjes slechts los om de kern zamenhoudt, schijnen door verdikking van het weefsel op de oppervlakte in den vorm *f* over te gaan, totdat eindelijk de korrelachtige massa geheel en al verdwijnt en de inhoud der cellen zich gelijkmatig kleurt. In de pigmentcellen van het druivenvlies schijnen de kleine pigmentbolletjes door een vast bindmiddel, niet door een uitwendig vlies, zamengehouden, terwijl daarentegen in de pigmentcellen der choroïdea de bolletjes dikwijls in eene door het celvlies ingeslotene vloeistof vrij liggen en zelfs moleculaire beweging vertoonen.

Voor het overige ontstaat waarschijnlijk de dierlijke cel, even als die der planten, aan de ééne zijde der kern, zoodat deze laatste aanvankelijk slechts buiten op de cel ligt, of, even als door een horlogieglas, door de cel bedekt wordt. Ik heb eene zoodanige cel uit de kristallens van den mensch afgebeeld (Pl. II, fig. 2, *c*). HALLMANN (1) vond dergelijke cellen in den inhoud der ballen van roggen.

De tot nog toe besprokene gevallen bezitten dit met elkander gemeen, dat de kern, hoe zij ook ontstaan moge, vóór de cel aanwezig is, en dat van haar de vorming der cel uitgaat. Wij zullen den blik nu meer wenden tot eene reeks van vormsels, die met de cellen overeenkomst bezitten, waarbij de celkern in het geheel geene rol schijnt te spelen, of eerst later binnen in de cel schijnt te ontstaan.

---

(1) MÜLLER'S *Archiv*, 1840, S. 471, Taf. XV, Fig. 2. *a—e*.

Vooreerst bestaan er, even als er kernen zonder kernligchaampjes zijn, ook cellen zonder kern. Bij de cryptogamen, en zelfs in vele gevallen bij hoogere planten, grijpt de vorming van nieuwe cellen zonder een spoor van cytoblasten plaats (1). Schwann miste de kern bij visschen in de cellen der *chorda dorsalis*, welke als eene jongere generatie in de grootere zijn ingesloten (2). In zeer zeldzame gevallen lag er een zeer klein ligchaampje tegen de binnenvlakte der jonge cel aan, waarvan het onzeker is, of het zich tot eene kern zou kunnen ontwikkelen. Aan de cellen, waarin de zaaddiertjes ontstaan, is evenzeer nog geene kern gevonden. Het meest zijn de cellen van den dojer en het kiemvlies onderzocht, maar de uitspraken daaromtrent laten zich nog moeijelijk vereenigen. Schwann (3) onderscheidt aan den dojer van het hoenderei tweederlei kogeltjes, de eigenlijke dojerkogeltjes en de kogeltjes der dojerholte, welke bovendien in de van daar naar het kiemvlies gaande kanalen en in den heuvel der kiemlaag voorkomen. De eigenlijke dojerkogeltjes bestaan uit korreltjes van verschillende grootte, die met de melkkogeltjes overeenkomst bezitten. In water breken zij, zoodat de afzonderlijke korreltjes vrij worden; deze schijnen door een vlies bijeengehouden te worden, want onder het compressorium verbrijzeld, scheurt de kogel plotseling aan ééne zijde, terwijl de overige randen glad blijven. Eene kern of iets soortgelijks kon Schwann niet vinden, en ook Reichert (4) zocht er in kikvorsch- en hoendereijeren te vergeefs naar. In vertrouwen op de algemeene geldigheid der door Schwann opgestelde wetten, neemt hij aan, dat de kern vroeger aanwezig geweest is en na de volkomene ontwikkeling der cel is verdwenen. Bergmann's waarnemingen omtrent de wording der dojerkogeltjes bij den kikvorsch en salamander (5) spreken deze hypothese bepaald tegen. Volgens hem bestaat de dojer aanvankelijk uit geheel en al gelijkmatig bijeenliggende korreltjes, die zich eerst in eenige groote en vervolgens in steeds kleinere groepen scheiden;

(1) Meyen in Wiegmann's *Archiv*, 1839, II, 19.
(2) *Mikroskopische Untersuchungen*, S. 15.
(3) t. a. p. S. 57.
(4) *Entwickelungsleben*, S. 6, 93.
(5) Müller's *Archiv*, 1841, S. 92.

de laatste groepen zijn de dojerkogeltjes, die derhalve slechts klompjes der kleine, door eene vaste bindmassa bijeengehoudene korreltjes zijn, aanvankelijk zonder een omhullend vlies, daar zich eerst later het celvlies vormt. Schwann's tweede soort van kogeltjes, de kogeltjes der dojerholte, zijn kleiner dan de eigenlijke dojerkogeltjes, volkomen rond, licht met gladde randen, en bezitten aan de binnenvlakte der wand een kleiner, eveneens geheel en al rond kogeltje, dat naar een vetdroppel gelijkt. Aan jonge dojers werden de kogeltjes der dojerholte door water terstond vernield; zij bersten met eenen ruk, die zich aan het binnenste, donkere kogeltje laat bemerken. Dit en eenige fijn korrelige zelfstandigheid blijven er over. Schwann wil niet beslissen, of het donkere of kernkogeltje, zoo als hij het noemt, de plaats der celkern inneemt; Reichert houdt het er voor (1), en de wijze, waarop zich eenige kogeltjes der dojerholte verder veranderen, is voor zijne stelling gunstig. Aanvankelijk namelijk vertoont er zich om het kernkogeltje een grof- of fijnkorrelig nederslag binnen in de cel, die zich van daar verder uitbreidt, waarbij het kernkogeltje, hoewel door het nederslag verborgen, toch steeds zijne zelfstandigheid bewaart. In andere gevallen echter wordt de geheele cel allengs gevuld met kogeltjes van de grootte en het vetachtig aanzien van het kernkogeltje, die men toch onmogelijk alle voor kernen kan houden. Daarbij moet men nog bedenken, dat er zich tusschen de eigenlijke dojerkogeltjes en de kogeltjes der dojerholte middentrappen bevinden. Er zijn eigenlijke dojerkogeltjes, die van de kleine korreltjes één of meerdere grootere bevatten, welke met de kernkogeltjes overeenkomst bezitten, en kogeltjes der dojerholte, die met eene grootere of kleinere hoeveelheid van de kleinere dier kogeltjes gevuld zijn. Het is derhalve mogelijk, dat de eene vorm in den anderen overgaat; de eigenlijke dojerkogeltjes zullen dan zeker den oorspronkelijken vorm uitmaken, want zij zijn jonger; de dojerholte met hare cellen zal het eerst gevormd en de eigenlijke dojerzelfstandigheid laagswijze om haar geplaatst worden (2). De veranderingen van de cellen der

(1) t. a. p. S. 90.

(2) Schwann, t. a. p.

dojerholte zouden alsdan elkander juist in de tegenovergestelde orde opvolgen van die, welke Reichert opgeeft, d. i. de kogeltjes zouden eerst aangevuld en langzamerhand leêg worden, op het kern-kogeltje na. Inderdaad heeft Reichert de opvolging der afzonderlijke vormen noch naar ruimte, noch naar tijd toereikend vastgesteld. Hetgeen Bischoff (1) aan bevruchte eijeren van zoogdieren heeft waargenomen, komt ook eer met den door ons aangenomenen gang overeen. Bischoff vond klompjes van dojerkorreltjes zonder omhulsel, die later met een vlies werden omgeven, waartegen de dojerkorreltjes zich in ringen rangschikten. Ik vermoedde, dat de dojerkorreltjes zich overal tegen de wanden der blaas aanlegden en slechts het midden vrij lieten, of liever, dat de dojerkorreltjes in het binnenste der cellen langzamerhand verdwenen en die aan de peripherie overbleven. De schijn van ringen moest onder het mikroskoop ontstaan, wanneer korreltjes gelijkmatig over eene kogelvlakte zijn uitgespreid, daar zich telkens slechts eene door de kogel bepaalde vlakte in den focus bevindt. Volgens Bischoff wordt verder elk dojerkorreltje de kern eener cel. Daarop zal ik nog eens terugkomen.

Soortgelijke ligchamen als de dojerkorreltjes komen ook in den etter en andere plastische exsudaten voor. Het zijn groote, donkere kogeltjes, opeenhoopingen van eene groote menigte kleinere kogeltjes, die naar de kleinste vetkogeltjes gelijken. Zij zijn 2 tot 3 maal zoo groot als de etterbolletjes. Gluge (2) heeft ze onder den naam van zamengestelde ontstekingskorreltjes het eerst naauwkeuriger beschreven; ten onregte echter meent hij, dat de ligchaampjes, waaruit ze zijn zamengesteld, de kernen der bloedbolletjes zijn. Dit kan reeds daarom niet juist zijn, omdat de minste bloedbolletjes van zoogdieren en menschen nog eene kern bevatten. Van dezelfde soort van kogeltjes hebben Valentin (3) uit een kropgezwel en S. Müller (4) uit kankergezwellen afbeeldin-

(1) Wagner's *Physiologie*, S. 99.

(2) *Untersuchungen zur Pathologie*, S. 12, Taf. I, Fig. 1, 2.

(3) *Repertor.* 1837, Taf. I, Fig. 18, d.

(4) *Bau d. krankh. Geschwülste*, Taf. I, Fig. 12, Taf. II, Fig. 2.

gen geleverd. Hecht (1) bevestigde de aanwezigheid van ontstekingskogeltjes in de nieren bij de Brightsche ziekte; Gruby (2) toonde ze in vele soorten van etter en ettervormig slijm aan. Gerber (3) vond ze in ziekelijk voortgebragte, geslotene kysten en in het slijm. Zamengestelde kogeltjes van volkomen gelijken vorm bezit het colostrum en de melk in den eersten tijd na de verlossing (Pl. V, fig. 21, D). Al deze kogeltjes zijn zonder omhulsel; de ligchaampjes worden door eene eiwitachtige zelfstandigheid bijeengehouden, die door azijnzuur wordt opgelost, waarna gene zich van zelve of door eene ligte drukking van elkander verwijderen. Er kan zich echter een vlies om deze opeenhoopingen vormen, want behalve deze komen er steeds, ten minste in de exsudaten, kogeltjes van dezelfde grootte en zamenstelling voor, die een zigtbaar omhulsel bezitten. Verder merkt men in de ontstekings- en colostrumkogeltjes dikwijls een grooter vetblaasje op, dat de plaats der kern schijnt te vervangen (Pl. V, fig. 21, C); dikwijls zijn deze ook in grooter aantal aanwezig; eindelijk is het ook mogelijk, dat zich uit de ontstekingskogeltjes de groote cellen met eene regelmatige kern en korrelachtigen inhoud vormen, die ik in tuberkels, in ontaarde nieren bij de Brighsche ziekte gezien heb (4), en die in de nieren eveneens door Hecht (5) zijn teruggevonden.

De overgangen, welke wij aan deze ziekelijke producten slechts vermoedden, werden door C. H. Schultz aan de bloedbolletjes van het embryo nagegaan. Wanneer zijne later uitvoerig mede te deelen ontwikkelingsgeschiedenis der bloedbolletjes in het embryo van den kikvorsch juist is, dan komen er eerst kogelronde opeenhoopingen van kleine ligchaampjes voor, die binnen scherpe grenzen besloten zijn en zich later met een eigen vlies omgeven. De kogeltjes verdwijnen in het midden van den kogel, allengs ook aan de wanden tot op een of drie, die met elkander ineénsmelten en de kern daarstellen.

---

(1) *De renibus in morbo Brightii degeneratis*, Berol. 1839, p. 16.

(2) *Observationes microscop.* p. 19, 34, 38, 43, 46, 47; Fig. 20, 22, 47—49, 62, 72, 78, 80.

(3) *Allgem. Anatomie*, Fig. 9, *c*, Fig. 25.

(4) *Schleim und Eiter*, S. 60.

(5) t. a. p. S. 13.

Uit de waarnemingen omtrent de ontwikkeling der cellen, welke wij hier hebben zamengesteld, volgt, dat de allereerste en meest algemeene vormelementen der dierlijke weefsels scherp omschrevene, met vetblaasjes overeenkomstige korreltjes van 0,001—0,002''' doormeting zijn. Om een zoodanig korreltje legt zich welligt de ligt korrelachtige zelfstandigheid der cytoblasten aan, waarom zich later de cel vormt, of 2—4 of ook een grooter aantal korreltjes smelten in een, om eene celkern te vormen, of zij verzamelen zich in nog grootere hoopen en worden terstond eene cel, waarin het geheel niet of eerst later eene kern ontstaat. Overal, waar nieuwe vorming van georganiseerde deelen zal plaats grijpen, doen zich deze korreltjes voor; wij ontmoeten ze in den dojer, in de melk, in de chijl en lymphe, in de fijnste beginselen van alle klieren, in de epitheliën, wanneer er eene snelle regeneratie plaats grijpt (Pl. V, fig. 20, *c*, *a*), in ziekelijk uitgestorte vloeistoffen. Op de veranderingen, welke zij ondergaan, schijnt de verdere ontwikkeling der vormbestanddeelen te berusten. Terwijl zij zamenvloeijen en een hoopje allengs van buiten naar binnen of van binnen naar buiten vloeibaar wordt, ontwikkelt er zich om hetzelve een vlies, en zoo wordt er uit de opeengehoopte stof een blaasje of eene cel geboren. Men kan deze korreltjes met den algemeenen naam van elementaire korreltjes aanduiden, maar men moet er gelijktijdig op bedacht zijn, dat er zich punten van onderscheid kunnen doen kennen, die ons noodzaken, om ze in verschillende soorten af te deelen, zoo als dan ook reeds de elementaire korreltjes, welke de splijtbare kern der etter- en slijmbolletjes zamenstellen, door hunnen afgeplatten vorm en den indruk in het midden, van de overige afwijken. De vetkogeltjes der melk zijn volkomen bolvormig, de elementaire kogeltjes van den dojer, daarentegen bezitten de meest verschillende vormen; zij zijn ovaal, wig-, kubiekvormig, enz.

De elementaire korreltjes zijn grootendeels, voor zoo ver men het kan nagaan, blaasjes, die uit vet bestaan, en een vlies, dat het vetdroppeltje omsluit. Dat vet den inhoud der blaasjes uitmaakt, is bij de chijl en de lymphe, bij de melk en den dojer scheikundig aangetoond; wij besluiten er toe, dat een vlies het vet omgeeft, omdat de korreltjes door mechanische middelen niet in-

eenvloeijen en omdat zij zoo allengs in de grootere vetblaasjes overgaan, welker uitwendig omhulsel met zekerheid kan worden aangewezen. ASCHERSON (1) meende uit de matte, somtijds zelfs met eenige plooitjes bezette oppervlakte van de dojerkorreltjes der hoendereijeren tot een omhullend vlies te moeten besluiten.

Hoe zich het omhulsel scheikundig verhoudt, is ook eerst nog uit te vorschen. Vermoedelijk bestaat het uit eene proteine-verbinding. Het omhulsel der melkkogeltjes lost zich in azijnzuur op, waarna de vetdroppels zamenvloeijen en in aether en heeten alkohol gemakkelijk opgelost worden, waaraan zij, zoo lang zij hunne schil bezitten, tamelijk hardnekkig wederstand bieden. Het volgende onderzoek zal het eveneens waarschijnlijk maken, dat het uitwendige vlies der elementaire korreltjes uit eene eiwitachtige zelfstandigheid gevormd is.

PHYSISCHE VOORWAARDEN VOOR DE CELVORMING.

ASCHERSON (1) heeft de gewigtige ontdekking gemaakt, dat er, zoodra eiwitstof met een vloeibaar vet in aanraking komt, telkens eene stremming van eiwit plaats grijpt in den vorm van een vlies, en dat bij gevolg een oliedroppel geen oogenblik door eene eiwithoudende vloeistof omgeven kan zijn, zonder dat zich om haar een vlies in den vorm van een blaasje of eene cel vormt. De eenvoudigste wijze om dit verschijnsel voort te brengen, is, dat men een droppel eiwit en een droppel olie digt naast elkander op eene glazen plaatje brengt en hunne randen vereenigt. Het gevolg daarvan is de nagenoeg oogenblikkelijke vorming van een teeder en elastisch vliesje, dat zich door eene soort van contractie zeer spoedig in talrijke, dikwijls zeer sierlijke plooijen legt. Wanneer de vorming van dit vlies langzamer geschiedt, zoodat men de afzonderlijke momenten met het mikroskoop volgen kan, dan ziet men eerst aan de plaats, waar de droppels elkander raken, kleine, bleeke deeltjes te voorschijn komen, die zich digter bij elkander voegen en onregelmatige kleine hoopjes vormen; deze nemen door

(1) MULLER'S *Archiv*, 1840. S. 49.

(2) t. a. p.

bijvoeging van nieuwe deeltjes dikwijls eene kogel- of schijfvormige gedaante aan, vereenigen zich vervolgens, terwijl zich hun omvang bij voortduring uitbreidt, en vormen vliezige lappen, die aan de oppervlakte op eene naauwelijks merkbare wijze gekorreld zijn. Door vereeniging dezer lappen ontstaat eindelijk het vlies, maar dan verdwijnt de granulatie langzamerhand, en dikwijls gaat later alle schijn van eenig bekleedsel verloren.

Wanneer men olie en eiwit zamenroert of schudt, en de oliedroppels ook slechts een oogenblik in eiwit ondergedoopt worden, dan zijn zij met een vlies omgeven, ware vetcellen. Het bestaan van dit vlies gelooft Ascherson door den dikwijls zeer zonderlingen vorm der kunstmatige cellen aan te toonen, daar het vlies de oliedroppels zou verhinderen, om den kogelvorm, dien zij verloren hadden, weder aan te nemen, doordien zij met geweld in eene taaije vloeistof waren ingedrongen. Dit moet ik tegenspreken, want ik heb dezelfde menigte van verschillende vormen, knods-, peer-, retortvormige droppels gevonden, wanneer ik olie met zuiver gedestilleerd water vermengde. Ook kan ik de donkere randen, die oliedroppels in eiwithoudende vloeistoffen aannemen, niet als bewijzen voor het bestaan van een vlies laten gelden. Dezelfde zelfstandigheid vertoont onder het mikroskoop meer of minder donkere of lichtere randen, naarmate de oliedroppels kogelvormig of plat zijn. Nu zijn zeker de oliedroppels in zuiver water meestal plat en met lichtere omtrekken voorzien, en men zou daaruit met Ascherson kunnen besluiten, dat het vlies hunnen kogelachtigen vorm behield; dit verschil in vorm laat zich echter ook eenvoudig daaruit verklaren, dat de oliedroppels in water gemakkelijk naar de oppervlakte stijgen en zich afplatten, doch in het eiwit, ten gevolge van de taaiheid en aankleving der vloeistof, onder de oppervlakte blijven. Als het meest afdoende argument voor de celnatuur der genoemde vormsels komt mij voor, dat zij hunnen inhoud door endosmose en exosmose kunnen veranderen. Zoo als bekend is, grijpt er tusschen twee oplossingen van verschillende scheikundige hoedanigheid en verschillende dikte, wanneer zij door een dierlijk vlies gescheiden zijn, eene uitwisseling plaats, zoodanig, dat de meer zamengedrongene vloeistof uit de dunnere water aantrekt. Zijn de dierlijke vliezen geslotene blazen, dan worden zij door aantrekking van water (endosmose)

meer gespannen, en vallen door het afgeven van water (exosmose) zamen. ASCHERSON had eene hoeveelheid kunstmatige cellen door schudden van olie en eiwit gevormd. Zij waren nagenoeg alle langwerpig en rimpelig. Vervolgens werd een droppel dezer emulsie met water verdund; de cellen werden meer gespannen en namen eenen meer sphaerischen vorm aan; een aantal kleine oliedroppels scheen gelijktijdig naar buiten getreden te zijn en zich op hare uitwendige oppervlakte te hebben geplaatst. Als hij bij het water azijnzuur voegde, zag hij de cellen zoo gespannen worden, dat de meeste berstten. In olie daarentegen namen de plooijen van het vlies in aantal toe, en de cellen schrompelden ineen. Wij zijn het volkomen met ASCHERSON eens, wanneer hij de vorming van het haptogeenvlies, zoo noemt hij de eiwitlaag rondom den vetdroppel, tot een physisch proces terugbrengt, tot eene soort van verdikking, die op de oppervlakte van aan elkander rakende, vreemdsoortige vloeistoffen plaats grijpt. Eene zoodanige verdikking komt in vele gevallen voor, en veroorzaakt, dat luchtblazen, kwikzilverkogeltjes enz., in vloeistoffen verdeeld, niet terstond weder inéénvloeijen. Hoe sterker zij is, des te meer wederstand kunnen de vliezen bieden. In eene groote mate wordt dit opgemerkt tusschen vet en eiwit, waarvan aan den éénen kant de wederkeerige betrekking dezer stoffen tot elkander, aan den anderen kant de merkwaardige eigenschap van het eiwit en van de proteïneverbindingen in het algemeen, die onder den naam van strembaarheid door ons wordt aangeduid, oorzaken kunnen zijn. Eiwitstof, kaasstof en vezelstof vertoonen deze eigenschap, daargelaten den toestand, waarin zij bij scheikundige verbindingen geraken, onder verschillende omstandigheden, en in eenen sterkeren of ligteren graad; de eiwitstof stolt zeker slechts in de hitte en door aanraking met stoffen, als alkohol en kreosoot, die in het levende ligchaam niet gevonden worden; de kaasstof stremt daarentegen door de organische zuren, die in de vochten van het ligchaam aanwezig kunnen zijn, de vezelstof zelfs vrijwillig en onophoudelijk. Wanneer nu reeds het eiwit zoo zeer tot de vorming van een vlies geneigd is, dan mag men dit des te meer van de kaasstof en de vezelstof verwachten. Met de vezelstof is, wel is waar, de proef niet gemakkelijk te nemen, maar van de kaasstof is het ten minste zeer waarschijnlijk, dat zij de vaste omhulsels der melkkogeltjes levert.

De vermelde physisch-chemische processen verklaren zeer goed het ontstaan der elementaire korreltjes. Vet en proteïneverbindingen worden aan het dierlijk organisme bestendig door het voedsel verstrekt, zijn in alle dierlijke vloeistoffen aanwezig, en bij de wijze, waarop het vet steeds slechts door de fijnste poren der dierlijke weefsels, uit het darmkanaal in de vaten, uit de vaten in het parenchyma komt, moeten de fijnste droppeltjes er van terstond door omhulsels worden omgeven en slechts door een bijzonder toeval tot grootere droppels ineenvloeijen, die zich somtijds in de chyl, den etter en de melk laten vinden. Mogelijk wordt het eenmaal wel een punt van onderzoek, of het aantal der elementaire korreltjes en de regelmatigheid, waarmede zij zich vormen, in de dierlijke vloeistoffen in eene bepaalde verhouding tot de hoeveelheid der eiwitstof en vooral der vezelstof staan. Intusschen zij het mij vergund, op de groote vetoogen te wijzen, die juist bij voorkeur in slechten, discratischen etter en zoo zeldzaam in goeden etter gezien worden.

Verder echter moeten wij de vergelijking der organische celvorming met de kunstmatige niet uitstrekken. Een met verdikt eiwit omgeven oliedroppel is geene dierlijke cel en onderscheidt zich daarvan even als een lijk zich van een levend ligchaam onderscheidt (1). Indien zich ook al uit de zuiver ligchamelijke eigenschappen van vele stoffen, die haar na de scheiding van het ligchaam overblijven, tot hare verhouding gedurende het leven laat besluiten, dan staan toch de veranderingen der stof, even als de uit de stoffen gevormde vormelementen, onder den invloed eener kracht, die met den dood ontweek, en het is slechts een toeval, wanneer de kunstmatig, d. i. onder zuiver physische voorwaarden voortgebragte vormen, met dezulke overeenkomst bezitten, welke het organisme

(1) Deze vergelijking gaat niet door; een ligchaam, dat *geleefd heeft* (een lijk) staat niet tot een *levend* ligchaam als eene (kunstmatig gevormde) cel, die (nog nooit als zoodanig een bestanddeel van een organisme heeft uitgemaakt) nog *nooit geleefd heeft*, tot eene cel (die een bestanddeel van het dierlijk ligchaam uitmaakt), die *leeft*. De kunstmatig gevormde cel en de dierlijke komen ook niet met elkander overeen, wanneer de laatste buiten het organisme geplaatst is en dus als *niet levend* moet beschouwd worden, zoo men ten minste het woord *leven* in geene beteekenis bezigen wil, waarbij ook de kunstmatig gevormde cel *levend* kan genoemd worden, en het beweerde onderscheid in identiteit veranderd wordt.
VERT.

volgens eene bijzondere, in hetzelve wonende wet doet ontstaan. Zoo komt het mij ook op geene physische gronden begrijpelijk voor, waarom de elementaire korreltjes zich slechts ten getale van 2 of 4 of tot groepen van eenen bepaalden omvang vereenigen, waarom de ligchamen, die er gevormd worden, eene zekere grootte niet te boven gaan, en waarom deze ligchamen het begin eener nieuwe vorming moeten uitmaken. Ascherson heeft eene poging gedaan, om het ontstaan der kerncellen uit hetzelfde beginsel als dat der elementaire korreltjes af te leiden; hij meent (1), dat de levende uit vet en eiwit gevormde cellen het oliedroppeltje niet behoeven uit te stooten, wanneer zij door endosmose serum opnemen; het zal zich, terwijl de cel zich met vloeistof vult en vergroot, met de inwendige vlakte van den celwand in aanraking stellen en hier een nieuwen celwand om zich vormen. Deze verklaring neemt reeds iets ter hulp, wat de kunstmatige cellen niet bezitten, namelijk de geschiktheid om te groeijen. Zij past echter ook niet op de zigtbare processen bij de ontwikkeling der kerncellen. De cel ontstaat, zoo als het schijnt, als een korrelig nederslag om de kern, en de kern is meestal geen oliedroppel meer, wanneer de cel zich om haar vormt. De zelfstandigheid der kern schijnt ook in eene proteïneverbinding over te gaan; of het vet zich door bloote opslorping van stikstof, zoo als Raspail meent, in een eiwitachtig ligchaam veranderen zal, willen wij daarlaten.

Ik voeg hier nog eenige verschijnsels bij, die aan de buiten het ligchaam geplaatste vochten worden waargenomen en die met de processen der celvorming overeenkomst vertoonen, zonder dat daarbij het vet eene rol speelt.

Zoo als bekend is, scheidt zich het bloed bij de stremming in cruor en serum, en de vezelstof sluit in afzonderlijke holle ruimten wei en kogeltjes in; men zou kunnen zeggen, zij vormt cellen, waarin de genoemde bestanddeelen van het bloed bevat zijn. De bloedbolletjes zijn niet de oorzaak, dat de vezelstofdeeltjes ruimten tusschen zich overlaten, want de gestolde vezelstof bezit denzelfden vorm, wanneer ook de bloedbolletjes vóór de stremming den tijd hadden, om te zinken; steeds onderscheidt men reeds met het

(1) t. a. p. S. 60.

bloote oog een netvormig weefsel, in welks mazen serum bevat is. Of deze mazen in het versche coagulum volkomen gesloten zijn of met elkander gemeenschap oefenen, kan ik niet beslissen; wanneer echter het stremsel nog eenigen tijd lang in de vaten of kanalen van het levende ligchaam blijft, dan ziet men overal en bij voorkeur aan de oppervlakte tamelijk groote, geslotene, ronde en ovale blaasjes, welke vloeistof bevatten en gedeeltelijk boven de oppervlakte uitsteken, en ook zoo naar buiten groeijen, dat zij nog slechts aan eenen steel schijnen te hangen. Ik heb deze ontwikkeling der met serum gevulde ruimten aan hartpolypen, croupvliezen en aan exsudaten in de holte der darmen en van den uterus nagegaan, en twijfel er niet aan, dat zelfs de blazen van vele zoogenaamde hydatiden en derzelver opeenhoopingen slechts verder ontwikkelde cellen van vezelstof zijn. Hier zou het proces der celvorming alzoo daarop berusten, dat bij de stremming van eene vloeistof, die uit eiwit en vezelstof met elkander vermengd bestaat, de vloeibare wei in de holten van het stremsel wierd ingesloten, welker wanden zich bij voortgaande stremming verdikken en uitzetten, en die zich later door endosmose of door het ineenloopen der afzonderlijke holten vergrooten.

Met behulp van het mikroskoop merkt men soortgelijke metamorphosen in eene halfvloeibare zelfstandigheid op, die uit de afstervende ligchamen van infusoriën en uit de versche fragmenten van lagere en hoogere dieren wordt afgescheiden. Dujardin beschreef haar onder den naam van *Sarcode* (1). Zij is zeer helder en doorschijnend, bezit zeer fijne omtrekken, die slechts bij getemperd licht worden waargenomen. Zij vormt aanvankelijk groote, onregelmatige vlekken, welker buitenste omtrekken echter dikwijls uit boogvormige lijnen zamengesteld zijn, alsof meerdere kringvormige droppels gedeeltelijk ineengevloeid waren. Dikwijls scheiden er zich enkele kogeltjes af, of de geheele massa gaat in één of meerdere grootere kogeltjes over (2). Binnen in deze ziet men alsdan afzonderlijke kleine kogeltjes ontstaan, die zich allengs uitzetten en in aantal toenemen, en zich, wanneer zij eene zekere

(1) *Ann. des sciences nat.* 2 Série, IV, 367.

(2) Dujardin, t. a. p. Pl. XI, Fig. L, 2—6.

grootte bereikt hebben, als kogelvormige openingen of holle ruimten vertoonen, omdat de zelfstandigheid, waaruit zij bestaan, een minder sterk lichtbrekingsvermogen bezit, dan die van den grooten kogel. Wanneer de vergrooting der openingen (*vacuoles* volgens DUJARDIN) wordt voortgezet, dan krijgt de kogel het voorkomen van een traliewerk, dat eindelijk schijnt in een te vallen en een gering, zwak, korrelig overblijfsel achter laat. De zelfstandigheid der sarcode onderscheidt zich van vet reeds optisch door haar gering lichtbrekingsvermogen; zij stremt door wijngeest en salpeterzuur, wordt wit en ondoorschijnend, en vertoont daarin hare verwantschap met de proteïneverbindingen. Zou niet de vorming der vacuolen op eene scheiding der oplosbare en onoplosbare bestanddeelen berusten, zoo als wij die in het groot bij de stremming der dierlijke vloeistoffen waarnemen? Ook het stremsel der lymphe is aanvankelijk grooter en trekt zich eerst langzamerhand zamen, zoodat een gedeelte water en oplosbaar eiwit nog met de vezelstof chemisch verbonden is en zich eerst later afscheidt, zich bij het omgevende water voegt en de hoeveelheid der wei helpt vermeerderen. DUJARDIN beschouwt eveneens het ontstaan der holten als een gevolg van de scheiding des waters, dat gedurende het leven met de dierlijke zelfstandigheid verbonden was. Kort te voren geeft hij wel is waar op, dat de holten met de ingedrongene vloeistof, die den kogel omgeeft, gevuld zijn, en ik mag, ter gunste dezer laatste beschouwingwijze eene waarneming van ASCHÉRSON niet verzwijgen (1), dat namelijk in oliedroppels, die met eiwit omgeven zijn, het eiwit ook in enkele droppels indringt, die zich als ledige ruimten voordoen en door ASCHERSON zelven met de *vacuoles* van DUJARDIN vergeleken werden.

Of er langs den zoo even beschrevenen weg ware elementaire cellen gevormd worden, die de geschiktheid bezitten om zich typisch verder te ontwikkelen, daarover moeten latere onderzoekingen beslissen.

Reeds in de inleiding hebben wij van de beschouwingswijze van RASPAIL en SCHWANN melding gemaakt, volgens welke de elementaire cellen met de kristallen der anorganische stoffen zouden te vergelijken zijn en slechts in zooverre daarvan verschillen, als de

(1) MÜLLER'S *Archiv*, 1840, S. 58.

zelfstandigheid, waaruit die organische kristallen bestaan, zich met vocht kan doortrekken en de nieuw aangroeijende moleculen tusschen de oudere, reeds nedergeslagene, kan opnemen, terwijl de anorganische kristallen slechts door appositie in omvang toenemen. SCHWANN (1) gaat van de vooronderstelling uit, dat kernligchaampjes, kern en cel naar denzelfden typus gevormde, in elkander geslotene blaasjes zijn, en houdt de blaasjes voor analoog met de lagen der kristallen, waarbij zeker het onderscheid blijft bestaan, dat de lagen elkander niet aanraken, maar vloeistof tusschen zich bevatten. Kristallen groeijen door eene dubbele soort van appositie, daar de moleculen zich deels op de vlakte naast elkander, deels in de dikte op elkander nederzetten. Het groeijen in de dikte is echter uit onbekende oorzaken beperkt, zoodat de moleculen, wanneer een blad eene bepaalde dikte bereikt heeft, zich niet meer met elkander tot één geheel verbinden, maar eene nieuwe laag vormen. Nemen wij aan, zegt SCHWANN, dat ligchamen, die voor imbibitie geschikt zijn, kunnen kristalliseren, dan zal er ook bij deze eene vorming van lagen plaats hebben en men slechts in de afzonderlijke lagen eene zooveel mogelijk innige verbinding der moleculen aantreffen. Daar nu de nieuwe moleculen zich tusschen de aanwezige kunnen nederzetten, zal de laag zich uitzetten en zich van het afgewerkte gedeelte van het kristal scheiden, zoodat er tusschen haar en het kristal eene holle ruimte ontstaat, die door imbibitie met vloeistof wordt gevuld. Op die wijze verkrijgen wij bij voor imbibitie geschikte ligchamen, in de plaats van eene nieuwe laag een hol blaasje. Van den meer of minder zamengedrongenen toestand der vloeistof, van het cytoblastema, hetwelk SCHWANN met de moederloog vergelijkt, hangt het af, hoeveel vaste zelfstandigheid er in eenen bepaalden tijd uit moet kristalliseren; hoeveel er zich in eenen gegevenen tijd bij de reeds gevormde laag voegen kan, hangt van hare geschiktheid voor imbibitie af. Zoo er meer vaste zelfstandigheid uit kristalliseert, dan zich bij de gevormde laag voegen kan, dan moet er eene nieuwe laag ontstaan. Is deze gevormd, dan breidt zij zich snel tot een blaasje uit, tegen welks binnenvlakte het eerste blaasje met zijn primitief ligchaampje aanligt.

(1) *Mikroskop. Untersuch.* S. 239 en volg.

Voor de verdere ontwikkeling van eene cel tot eene vezel ziet SCHWANN eveneens een aanverwant verschijnsel bij de kristallen in de vervorming van eene teerling tot eene zuil, waarbij ook de bijvoeging van nieuwe moleculen aan ééne zijde sterker plaats grijpt. En vermits kristallen zich dikwijls tot boom- en bloemvormige figuren aaneenvoegen zoo als aan bevrozene vensterglazen, aan de boom van Diana, enz. kan worden opgemerkt, gelooft SCHWANN zich tot de uitspraak geregtigd, dat het organisme niets anders dan een aggregaat van kristallen is, die uit voor imbibitie geschikte zelfstandigheden zijn gevormd.

Met deze geestig volgehoudene hypothese tracht SCHWANN, tegen de in de physiologie heerschende teleologische verklaringen in, te bewijzen, dat aan het organisme geene, naar een bepaald denkbeeld werkende kracht te gronde ligt, maar dat het volgens de bloote wetten der noodzakelijkheid ontstaat, door krachten, welke evenzoo met het bestaan der stof gesteld zijn, als de krachten in de anorganische natuur. Of deze meening in het algemeen kan worden volgehouden, zal ik hier niet onderzoeken; maar tegen de beschouwing der organische elementaire deeltjes, die haar ten steun dient, dringen zich vele bedenkingen op. Toegegeven dat de drie wezenlijke deelen der elementaire cel op de wijze en in de opvolging, zoo als SCHWANN ze zich voorstelt, ontstaan, dan is er reeds een aanmerkelijk onderscheid aanwezig, waarvan hij zelfs ter loops melding maakt, tusschen de lagen van een kristal en die der cel daarin, dat de laatste, met name kern en cel, chemisch van elkander verschillen. Maar zoo als uit de vroeger medegedeelde onderzoekingen volgt, is het nog onzeker, of de cel steeds als een blaasje om de kern ontstaat; zeker is in vele gevallen het beloop geheel anders, de kern ontwikkelt zich uit korreltjes, deze smelten inéén of worden vloeibaar, en het proces is alzoo aan de kristalvorming juist tegenovergesteld, waar vloeibare of opgeloste stoffen vast worden. Zoo men nu wil aannemen, dat de cel en kern secundaire vormen, zijn en zoo men de elementaire korreltjes als de organische kristallen wil beschouwen, dan laat zich daartegen inbrengen, dat deze zelfs reeds uit twee, niet chemisch, maar mechanisch verbondene zelfstandigheden bestaan, het eiwitachtig omhulsel en het ingesloten vetdroppeltje. De analogie tusschen cellen en kristallen

is alzoo daartoe beperkt, dat beide ligchamen zijn van eenen bepaalden, regelmatigen vorm, die zich uit vloeistoffen afzetten. Andere punten van overeenkomst zijn óf toevallig óf berusten op zekere algemeene wetten der aantrekking, die zoowel bij de kristal-, als bij de celvorming en ook nog bij vele andere processen medewerken.

VERMEERDERING DER CELLEN.

De cellen der zoogenaamde hoornvormsels, opperhuid, haren, nagels, enz. welker ontwikkelings-geschiedenis door de in volwassenen bestendig plaats grijpende regeneratie het gemakkelijkst is na te gaan, en het beste gekend is, ontwikkelen zich afzonderlijk, elk op zichzelve op de oppervlakte der cutis, en groeijen afzonderlijk op. Zoo ontstaan ook in het exsudaat, dat het gevolg van eene zuivere ontsteking in de weeke deelen is, de cellen onafhankelijk van elkander en vormen zich tot een likteeken onafhankelijk van de vaatrijke vlakte, welke het cytoblastema levert; zij veranderen zich b. v. in eene wond aanvankelijk in bindweefsel en later in opperhuid, zelfs wanneer de vaten, waaruit het bloedvocht wordt uitgestort, tot eene spier, eene klier, het hoornvlies of een ander weefsel behoren. Wanneer in dit geval de reeds gevormde cellen invloed uitoefenen op die, welke nog gevormd worden, dan bezitten zij dien slechts in zooverre, als zij medewerken tot vorming van het geheel, als organisme; de kracht, die in het organisme, als geheelheid, werkt en ze naar eenen typus vormt, bepaalt ook alleen wat er van de nieuwe cellen worden zal.

In andere gevallen gaat de vorming van nieuwe cellen zigtbaar van de reeds gevormde cellen uit. Even als bij de voortteling, is de nieuwe cel eerst een deel der oude; evenals individuën van éene soort, gaan de oude te niet, om voor eene nieuwe generatie plaats te maken, en er grijpt eveneens vermenigvuldiging plaats, daar de afzonderlijke moedercel een grooter of kleiner aantal van nieuwe of dochtercellen uit zich ontwikkelt.

Dit geschiedt op verschillende wijzen:

1. Door spruiten, die zich buiten op de moedercel vormen, als het ware uit haar voortgroeijen, bij de lagere planten, b. v. de vroeger beschrevene gistschimmels. Men kan deze wijze van voort-

planting eene exogene noemen. Bij de cellen van hoogere planten en van dieren is zij niet waargenomen.

2. Door endogene voortplanting, zoodat uit den inhoud eener rijpe cel en binnen in haar nieuwe cellen ontstaan. De inhoud der moedercel vormt het cytoblastema der dochtercellen. Volgens SCHLEIDEN (1) is deze soort van celvorming, die bij het stuifmeel reeds sedert eenen langen tijd bekend was, de eenige, welke bij de zigtbaar bloeijende planten voorkomt. Nadat zich in den kiem, die zelf eene cel en in eene cel gevormd is, de eerste cellen, gewoonlijk slechts weinige in getal, gevormd hebben, zetten zij zich spoedig zoover uit, dat zij de moedercel aanvullen en dat deze als omhullend vlies weldra niet meer te herkennen is. Terstond echter ontstaan er binnen in elk dezer cellen weder verscheidene cytoblasten, waarom zich nieuwe cellen vormen, bij welker uitzetting de moedercellen eveneens ophouden zigtbaar te zijn en opgeslorpt worden, enz.

Dat er ook in het dierlijk organisme cellen voorkomen, die in cellen worden ontwikkeld, is aan geen twijfel meer onderworpen, maar vele op zichzelf staande gevallen zijn er nog mede in strijd, en vooral moet het dikwijls onbeslist blijven, hoe de cellen, welke de jongere generatie bevatten, ontstaan zijn, of zij eenvoudige of slechts verwijde elementaire cellen zijn, eene kern bezitten of ten minste bezaten, dan of zij zelve niet reeds zamengesteld en blaasvormig geslotene vliezen zijn, die uit ineengesmoltene elementaire cellen werden gevormd. In het laatste geval zouden zij tot de ingeslotene cellen in geene andere betrekking staan, dan de cutis tot de cellen der opperhuid, en zou men ze even zoo min moedercellen mogen noemen, als men zich een weivlies, b. v. het hartezakje, met betrekking tot het epithelium, dat hetzelve overtrekt, als moedercel zou voorstellen.

De sterkst sprekende bewijzen van endogene voortplanting van cellen levert de eerste ontwikkeling van het embryo uit de dojerkorreltjes op. A. DE QUATREFAGES (2) geeft als resultaat zijner on-

(1) MÜLLER'S *Archiv*, 1838, S. 161.

(2) *Annal. des sciences natur.* 2. Série II, 115.

derzoekingen omtrent de ontwikkeling van *Lymnaeus* en *Planorbis* het volgende: »Er vertoonen zich eerst 3—4 kogeltjes; deze sluiten andere in, welke weder groeijen, de eerste uitzetten, en zoo voort, totdat er zich eene homogene cellen-massa gevormd heeft, welke reeds nagenoeg volkomen den vorm van het kleine weekdier vertoont." DUMORTIER, die de ontwikkeling van *Lymnaeus ovalis* naging (1), vond in de primitive cellen binnen in het embryo, secundaire cellen, »die zich ten koste der in haar bevatte voor organisatie geschikte stoffen gevormd hadden." De primitive cellen zouden scheuren, om voor de secundaire plaats te maken. Hij telt er ongeveer 8 in elke moedercel (2). Bij de kikvorschen en het hoen heeft REICHERT het ontstaan van jonge cellen in de cellen van den dojer uitvoerig beschreven (3). In de korrelige dojercellen van den kikvorsch, waarvan wij in eene vroegere afdeeling het ontstaan uit elementaire korreltjes hebben geschilderd, vertoonen zich allengs, wanneer men van het midden des dojers naar den omtrek voortgaat, 2 tot 3 donkerder vlekken, en in den gekneusden inhoud bevinden zich onder de kleine elementaire korreltjes 2 tot 3 grootere, geelachtige kogeltjes, van een korrelig aanzien en somtijds door eene lichte massa omgeven. In de nabijheid van den kiemheuvel vallen deze vlekken steeds meer in het oog en in den kiemheuvel zelf hebben zij zich van elkander gescheiden. Elke vlek is nu een hoopje van korreltjes, waarin een geelachtig, grooter kogeltje, nucleus, bevat is. Terwijl die korreltjes in den omtrek naar het centrum toe allengs verdwijnen, komen het uitwendige vlies en de kern duidelijker te voorschijn en uit de hoopjes van korreltjes worden de eigenaardig gekenmerkte kerncellen gevormd, die SCHWANN (4) reeds uit het kiemvlies van het bebroeide ei heeft bereid. Dezelfde ontwikkelingstrappen komen in het hoen naast elkander in de cellen van

(1) t. a. p. VIII, 146.

(2) In tegenspraak met deze opgaven staat eene aanmerking van POUCHET, (*Ann. des scienc. nat.* 2. Sér. X, 63), volgens welke de dojer van lymnaen aanvankelijk uit 6 cellen zou bestaan van 0,04—0,05 Mm. doormeting, en zich vervolgens in de tusschenruimten dezer primitief-cellen, derhalve in de intercellulaire gangen, nieuwe cellen vormen.

(3) *Entwickelungsleben*, S. 6, 88.

(4) *Mikroskop. Untersuch.* Taf. II, Fig. 6.

het kiembeginsel voor. In het hondenei wordt, volgens BISCHOFF (1), zelfs elk afzonderlijk dojerkorreltje, nadat zij zich regelmatig aan den inwendigen wand der dojercel gerangschikt hebben (zie boven), de kern eener nieuwe cel.

Endogene celvorming is door REICHERT bij de ontwikkeling der lever aangetoond en bij de ontwikkeling der vaten en van het bloed door SCHWANN, VALENTIN en REICHERT waarschijnlijk gemaakt, zoo als ter geschikter plaatse uitvoeriger zal worden aangetoond. Wanneer de haarvaten, volgens SCHWANN'S theorie, als geslotene cellen ontstaan, die takken afgeven en daarmede in elkander inmonden, dan zouden zoowel de bloedbolletjes, als de epitheliumcellen der fijnere vaten als eene, binnen in de moedercel ontwikkelde, jonge generatie te beschouwen zijn.

Het mikroskopisch onderzoek van pathologische voortbrengsels heeft ons eveneens met een groot aantal van gevallen, waarin zonder eenigen twijfel endogene vermeerdering der cellen plaats heeft, bekend gemaakt. Nog vóór dat SCHLEIDEN'S mededeelingen waren in het licht verschenen, heeft VALENTIN (2) onder de mikroskopische elementen van het carcinoma eene cel afgebeeld, die twee andere, elk met eenen nucleus voorzien, insluit. J. MÜLLER vond jonge cellen, in moedercellen ingesloten in het *sarcoma cellulare*, *carcinoma alveolare simplex* en *reticulare*, en het menigvuldigst in het *enchondroma* (3).

Onder de normale weefsels van het volwassen individu schijnen de kraakbeenderen (zie Pl. V, fig. 6 en 7) en eenige klieren op dezelfde wijze voort te groeijen. De zoogenoemde slijmkorreltjes, die den inhoud van de fijnste kanaaltjes der klieren en van de *acini* uitmaken, zijn onmiskenbare kerncellen; zeer waarschijnlijk is het verder, dat de laatste eindblaasjes der acineuse klieren geslotene kogeltjes zijn, vóór dat zij zich in den uitlozingsbuis openen (verg. Pl. V, fig. 14, D). Er blijft alzoo slechts uit te vorschen, of deze kogeltjes, waaraan ik nog geene kern heb waargenomen, steeds eenvoudige en uitgezette elementaire cellen zijn.

(1) R. WAGNER'S *Physiol.* I, 100.
(2) *Repert.* 1837. Taf. I, Fig. 11.
(3) *Bau der krankh. Geschwülste*, Taf. I, Fig. 14, Taf. II, Fig. 2, 3, *b*, 5, 14, Taf. III, Fig. 4.

Het ontstaan van de blinden-darmvormige zakjes der maagklieren uit ineengesmoltene elementaire cellen wordt door eene vergelijking van Pl. V, fig. 16 en 17, zonder verdere opheldering duidelijk. Wanneer de kanaaltjes der ballen uit ineengesmoltene celwanden bestaan, dan grijpt er in deze eene dubbele insluiting van cellen plaats, daar de groote kogeltjes, welke gedurende de zaadvorming ontstaan, nogmaals kleinere cellen bevatten.

Ik wil hier niet onvermeld laten, dat SCHWANN ook in de kristallens (1), in de gangliën (2) en in de epidermis (3) bij larven van kikvorschen eenige malen cellen heeft waargenomen, waarin een jonger broedsel ingesloten was. Die van de opperhuid kunnen welligt van de huidklieren afkomstig zijn.

SCHWANN beschouwt ook de capsula lentis en het chorion als eenvoudige celvliezen, daar zij in volkomen ontwikkelden toestand structuurloos zijn, en hij beschouwt dien ten gevolge zoo wel de cellen, waaruit zich de vezels der kristallens ontwikkelen, als ook de dojercellen, de cellen van het kiemvlies en van het embryo zelfs, als dochtercellen; dat het kiemblaasje de kern der eicel vormen zou, heb ik reeds vermeld. Ik moet erkennen, dat deze verklaring mij nog zeer bedenkelijk voorkomt. Wij zien dikwijls lagen van cellen tot vliezen ineengesmolten, die na de resorptie der kernen structuurloos schijnen; dat dit bij de capsula lentis het geval is, wordt reeds daardoor zeer waarschijnlijk, dat een met de kapsel zeer overeenkomstig vlies, het vlies van DEMOURS, over de achterste vlakte van het hoornvlies heengaat, waar het toch geen gedeelte eener cel of als zoodanig ontstaan kan zijn. Wat het chorion aangaat, zoo zijn de onderzoekingen van BARRY omtrent het ontstaan van het ei bij zoogdieren en vogels (4) der theorie van SCHWANN niet gunstig. Volgens BARRY komt eerst het kiemblaasje te voorschijn; het is met oliedroppels omgeven, die zich later in cellen veranderen; om deze cellenmassa vormt zich eerst een structuurloos vlies, het vlies van het Graafiaansche blaasje;

(1) *Mikroskop. Untersuch.* S. 100.

(2) t. a. p. S. 183.

(3) t. a. p. S. 83.

(4) *Philos. transact.* 1838, P. II, p. 309.

daar binnen ontstaat dan om het kiemblaasje de dojer-zelfstandigheid, en eindelijk om den dojer het chorion.

Wij hebben hier alle gevallen bijeengebragt, waarin eene endogene ontwikkeling van cellen plaats grijpt of vermoed wordt, daargelaten of de jonge cellen met de oude overeenkomen of niet, omdat het er voornamelijk slechts op aan kwam, dit beginsel der celvorming aan te toonen. Onder het begrip van voortplanting is zeker, streng opgevat, alleen het onstaan van gelijksoortige cellen, zoo als in de kraakbeenderen, in de gezwellen enz. begrepen. De vorming van epitheliumcellen, slijm- en bloedbolletjes in vaat- en kliercellen laat zich als ongelijksoortige, heterogene voortplanting onderscheiden.

3. Er bestaat bij de planten ook eene vermeerdering der cellen door verdeeling, doordien er dwarse en overlangsche tusschenschotten ontstaan, die van den celwand naar de holte toe groeijen en ineenloopen (1). Bij de dieren is daarvan geen voorbeeld bekend. Wij zouden met SCHWANN de celvorming in den dojer door splijting voor een analoog proces houden, wanneer wij den dojer als eene eenvoudige cel mogten beschouwen. Door insnoeringen op de oppervlakte, welke allengs dieper indringen, wordt namelijk de dojer eerst in twee gelijke helften verdeeld; elk dezer helften wordt weder door eene nieuwe insnoering, welke de eerste regthoekig snijdt, in twee helften verdeeld; vervolgens ontstaan er diagonale voren in eene grootere of kleinere hoeveelheid, meer of minder regelmatig, tot dat de geheele dojer een moerbeivormige, uit kleine rondachtige ligchaampjes zamengestelde kogel geworden is. Volgens de vroeger reeds medegedeelde onderzoekingen van BERGMANN geschiedt dit daardoor, dat elementaire korreltjes, waaruit de dojer bestaat, zich in grootere en steeds kleinere groepen verdeelen, die niet door omhullende vliezen, maar alleen door een taai bindmiddel bijeen gehouden worden. De scheiding der groepen zou derhalve op eene plaatselijke resorptie of vervloeijing van het bindmiddel berusten. In elk geval echter verdienen deze afscheidingen van den dojer de grootste opmerkzaamheid, en van meer naauw-

---

(1) S. MEYEN, *Pflanzenphysiologie*, II, 340, 344, WIEGMANN'S *Archiv*, 1838, II, 22.

keurige onderzoekingen omtrent dit proces mag men gewigtige resultaten voor de wetten van de ontwikkeling der elementaire deeltjes verwachten. Tot dit vermoeden leidt reeds hare algemeenheid; aan dojers van kikvorschen (1), visschen (2), weekdieren (3) en medusen (4) is de vorming van voren reeds waargenomen, en bij hoogere dieren is zij welligt, volgens het juiste vermoeden van BERGMANN, slechts over het hoofd gezien, omdat zij zich wel tot de kleine plaats bepalen kan, waarvan de ontwikkeling van het embryo uitgaat.

Vorming van uitspruitsels, inwendige voortplanting en verdeeling zijn derhalve, voor zoo verre onze kennis strekt, de wegen, langs welke ten koste van het indifferente cytoblastema eene vermeerdering der cellen mogelijk is, die van eene gevormde cel of cellenmassa uitgaat. Er komen echter gevallen voor, waarin op eene nog onverklaarbare wijze rijpe cellen er toe medewerken, dat het cytoblastema in cellen en eindelijk in weefsels van dezelfde soort veranderd wordt. Bij het begin van deze afdeeling vestigde ik de opmerkzaamheid op de regeneratie, met name op de genezing van wonden, waarbij alleen de in het organisme als geheelheid inwonende kracht de oorzaak is, dat er uit de cellen eener uitgestorte kiemstof op bepaalde plaatsen eigenaardige weefsels ontstaan. Thans moeten wij de aandacht vestigen op den invloed, dien de eigenaardig gevormde weefsels op de metamorphose der elementaire cellen van het exsudaat uitoefenen. Deze invloed vertoont zich het sterkst bij de regeneratie van het beenweefsel. Na eene beenbreuk storten de vaten van het been, het beenvlies en het omringende bindweefsel bloed in de wondholte uit; het bloed wordt ontkleurd en vervolgens in eene geleiachtige massa veranderd. De verandering dezer massa in kraakbeen, en later in been, gaat echter steeds van de gebrokene uiteinden uit; even zoo vormt er zich nieuw been

(1) v. BAER, MÜLLER'S *Archiv*, 1834, S. 481.

(2) RUSCONI, t. a. p. 1840, S. 185.

(3) SARS in WIEGMANN'S *Archiv*, 1840, I, 199, bij *Tritonia*, *Aeolidia*, *Doris* en *Aplysia*, VANBENEDEN, *l'Institut*, N. 375, bij *Aplysia*.

(4) v. SIEBOLD, *Beiträge zur Naturgeschichte der wirbellosen Thiere*, Danzig 1839, S. 21, *Medusa aurita*.

om de afgesprongene en van hare plaats gewekene beensplinters, wanneer zij nog slechts met het beenvlies in verband zijn en bloedvaten bevatten (1). Hier kan alzoo het beenweefsel op ongewone plaatsen ontstaan, niet alleen onafhankelijk van de wet, welke den vorm van het organisme oorspronkelijk bepaalt, maar tegen deze wet in. Daar de kraakbeencellen ook bij den volwassene zich door endogene voortplanting schijnen te vermeerderen, zou men het vermoeden kunnen opvatten, dat er in de cellen van de gebrokene uiteinden een zoodanig voortplantings-proces begon, en dat alzoo het been in het exsudaat als het ware ingroeide. Daardoor echter zou nog niet worden verklaard, waarom de nieuwe vorming en alzoo ook de van volkomen gevormde weefsels uitgaande invloed eene bepaalde grens heeft, waar buiten zij zich niet uitstrekt. Indien de beide gebrokene einden te ver van elkander liggen, dan wordt er toch slechts tot eenen zekeren afstand been gevormd, en vervolgens bindweefsel, hetwelk de gapingen tusschen de van beide stompen vooruit gedrongene massa beeneelt aanvult en tot valsche gewrichten aanleiding geeft. Bovendien vertoonen er zich soortgelijke verschijnselen ook in andere weefsels, waarin de jonge cellen nimmer in de oude ontstaan. Ook de zenuwen vormen, wanneer zij doorgesneden zijn, zenuwmassa van de uiteinden af aan, en genezen volkomen zonder likteeken, wanneer de nieuwe zenuw-zelfstandigheden elkander bereiken; bij eenen te grooten afstand verbindt een likteeken uit bindweefsel de doorgesnedene uiteinden. Het schijnt eene algemeene wet te zijn, dat de specifieke weefsels kleine hoeveelheden van uitgestort bloedwater of cytoblastema ter voortbrenging van gelijksoortige weefsels bezigen, terwijl grootere hoeveelheden bloedvocht in eenige heterogene zelfstandigheid meestal in bindweefsel overgaan of zelfs uitgestooten worden. Daarom hebben ligte en herhaalde bloedophoopingen eenvoudige hypertrophie, bijv. van de spieren, de opperhuid, sterkere congestie daarentegen ontaarding, verharding, ettering (2) ten gevolge.

---

(1) Miescher, *De inflammat. ossium*, p. 92, sqq.

(2) Verg. mijne *pathol. Untersuch.*, S. 153.

VERDERE ONTWIKKELING EN METAMORPHOSE DER ELEMENTAIRE CELLEN.

Nadat wij in het voorafgaande het ontstaan der elementaire cellen hebben nagegaan, willen wij thans in algemeene trekken de veranderingen aantoonen, welke zij in het verder beloop van hare ontwikkeling ondergaan, en waarvan het eind-resultaat hare verandering in de bijzondere weefsels is. Wij stellen ons daarbij de metamorphose voor van het tijdstip af aan, waarop het blaasje om de kern voltooid is en in celvlies en inhoud duidelijk is gescheiden, maar wij moeten daarbij gelijktijdig opmerken, dat zij dikwijls reeds vroeger begint, wanneer de kern nog slechts door een klompje granuleuse zelfstandigheid wordt omgeven, en dat welligt in vele gevallen niet eens eene voltooijing van het celvlies tot stand komt.

In de voedingsvochten en in vele weefsels blijven de cellen zelfstandig en afgescheiden, gemakkelijk herkenbaar, en veranderen slechts van vorm, inhoud en chemische gesteldheid. Weefsels van dezen aard zijn de opperhuid, eenige pigmentsoorten en het vet. De elementaire cellen zetten zich uit, nu eens gelijkmatig, dan weder in enkele afmetingen. Zij kunnen eene betrekkelijk aanmerkelijke grootte bereiken; zoo worden er b. v. onder de vetcellen enkele gevonden van 0,04—0,05''' doormeting, terwijl de jonge elementaire cellen, die de kern digt omgeven, naauwelijks eene doormeting van 0,004''' bezitten. Een der meest gewone verschijnselen in het dieren- en plantenrijk is, dat de in omvang toenemende en digt bijeenliggende cellen zich tegen elkander afplatten; zij worden polygonaal (Pl. I, fig. 7), de vlakke cellen dikwijls zeer regelmatig vijf- of zeshoekig (Pl. I, fig. 12). Grijpt de uitzetting in de eene of andere rigting sterker plaats, dan ontstaan er de vreemdsoortigste vormen. Aan de cellen, welke op vlakten zijn uitgespreid, kan men twee hoofdvormen onderscheiden, naarmate zij zich in de rigting der oppervlakte uitzetten, waarbij de loodregte doormeting zich aanmerkelijk kan verkleinen, of in eene op de vlakte loodregte rigting groeijen. In het eerste geval ontstaan er plaatjes of schubjes, die in eene naauwelijks meetbare dikte eene aanmerkelijke breedte verkrijgen; in het tweede geval vormen er zich wigvormige,

prismatische, cylindrische of conische ligchaampjes. Tot de platte cellen behooren de elementen van het plaveisel-epithelium (Pl. I, fig. 1—7), van het korrelig pigment (Pl. I, fig. 12, 13), alsook de bloedbolletjes (Pl. IV, fig. 1); de verschillendste soorten van regt opstaande cellen, die men in het algemeen prismatische noemen kan, worden in het overgangs-, cylinder- en flimmer-epithelium gevonden (Pl. I, fig. 8—10). De platte cellen bezitten rondachtige of hoekige omtrekken (Pl. I, fig. 1, 5); zij zijn geheelenal onregelmatig in de epidermis (t. a. p. fig. 6), scheef rhombisch in het epithelium der vaten en veler weivliezen (fig. 2), in de vezelige weefsels, b. v. in het spiervlies der darmen en der slagaderen, waarin zij zich in zeer lange en betrekkelijk smalle, aan de beide uiteinden toegespitste vezels (Pl. IV, fig. 2, B) veranderen, die eene lengte van 0,02‴ en meer kunnen bereiken. Eene eigenaardige metamorphose van sommige cellen bestaat daarin, dat zij op eene bepaalde plaats of langs verschillende kanten verlengsels vormen, die er als klaauwen of doorns uitzien, of ook in lange vezels uitloopen. Zulke verlengsels zijn de flikkerende haren (*cilien*) van het flimmer-epithelium (Pl. I, Fig. 10, C, *b*), die als franje op de breede, vrije eindvlakte der kegeltjes geplaatst zijn, de doorntjes aan de cellen van het epithelium der *plexus choroïdei* (Pl. I, fig. 4, B, C, *c*), welke van de hoeken der aangegroeide vlakte naar beneden uitsteken; daartoe behooren ook de onregelmatige uitwassen aan de platte pigmentcellen in de *lamina fusca* (Pl. I, fig. 13); van de laatsten is het, door hare opvulling met pigmentkorreltjes, zeker, dat de celholte zich ten minste een eind wegs in het uitwas uitstrekt. Takken, waardoor de zijranden van platte cellen als met tanden in elkander grijpen, komen in de epidermiscellen der grassoorten voor (1). Bij dieren worden zij slechts aan vezels gevonden, die uit ineengesmoltene cellen zijn zamengesteld. De metamorphosen der celkern zullen later in haar geheel worden afgehandeld; ik wil echter hier ter loops vermelden, dat zij in de cellen, die afzonderlijk blijven bestaan, dikwijls verdwijnt (epidermis, bloedbolletjes), doch ook dikwijls aanwezig blijft en in regelmatig gerangschikte cellen ook eene zeer bepaalde plaats inneemt, b. v. in de pigmentcellen

(1) SCHWANN, *Mikrosk. Untersuch.* Taf. I, Fig. 14.

der choroïdea het midden der voorste, naar de lens toegekeerde vlakte.

Met de veranderingen van den vorm grijpen ook gelijkmatig de veranderingen van de chemische gesteldheid en den inhoud der cellen plaats. De meeste jonge cellen worden door azijnzuur opgelost; onder die, welke haren volkomenen groei hebben verkregen, zijn er vele, die door dit zuur moeijelijk of in het geheel niet worden aangedaan. Een in het oog vallend voorbeeld van chemische verandering bieden de cellen der epidermis aan. De inhoud, die aanvankelijk korrelig is, wordt allengs helder en vloeibaar; in andere gevallen wordt de heldere vloeistof weder troebel en zet zij eigenaardige ligchaampjes af, zoo als de pigmentbolletjes in de cellen van gekleurde ligchaamsdeelen, de zaaddiertjes in de cellen der ballen. Van het nieuwe cellengeslacht, dat zich binnen in de cellen ontwikkelt, was reeds vroeger sprake. Vet, haematine, chlorophyllum bij de planten (1), de verschillende afscheidingsstoffen, ontstaan in cellen, en zoo als zich nu en dan laat nagaan, door eene langzaam voortgaande vervorming van den inhoud der cellen; zoo worden de bloedbolletjes slechts langzamerhand gekleurd, en komt het vet aanvankelijk in afzonderlijke droppeltjes te voorschijn, die eerst bij eene voortgaande opeenhooping ineenvloeijen. Ook komt er door uitdrooging lucht in de plaats van den vroegeren inhoud der cellen, b.v. in de vederen der vogels (2).

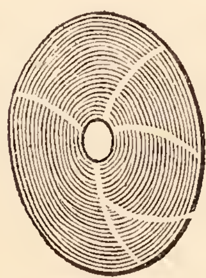
Wij moeten nog iets naauwkeuriger het aandeel onderzoeken, dat het celvlies aan de vormveranderingen der cellen neemt. Dat zij bij haren groei niet blootelijk passief wordt uitgezet, even als eene blaas door vloeistof, is reeds daardoor te bewijzen, dat zij in sterkte kan toenemen. Dit is duidelijk zigtbaar aan de cylindertjes van het epithelium der darmen (Pl. I, fig. 8) en aan de kraakbeencellen (Pl. V, fig. 6, A, *k*, B, *a*). Bij de planten komen de verdikkingen van den celwand meestal in den vorm van spiraalvormige vezels voor; zulke verdikkingen zijn bij de dierlijke cellen nog niet aangetroffen. Daarentegen is eene laagswijze nederzetting der zelfstan-

(1) MEYEN, *Pflanzenphysiol.* I, 201.

(2) SCHWANN, t. a. p. S. 94.

digheid, waardoor de wanden in dikte toenemen, zoowel bij dieren als bij planten (1) waargenomen. Cellen met laagswijs verdikte wanden doen zich bij de miskroskopische beschouwing als gestreept voor; aan cylindrische en polyedrische cellen zijn de strepen evenwijdig aan de uitwendige omtrekken; aan kogelvormige cellen vormen zij concentrische kringen. Aan sommige cylinders en plaatjes der opperhuid heb ik zoodanige strepen waargenomen; SCHWANN (2) gelooft, dat hij ze in kraakbeencellen heeft gezien. Wanneer de verdikking van den wand steeds voortgaat en gelijktijdig de cellen plat worden, dan wordt ten laatste de holte aangevuld, kern en inhoud zijn niet meer van elkander te onderscheiden, en de cel wordt een vast plaatje, even als de plaatjes van de bovenste lagen der epidermis.

Indien men zich aan eenen celwand enkele punten of kleine cirkelvormige plaatsen zoo gevormd denkt, dat eene nederzetting van zelfstandigheid aan zijne binnenste vlakte niet kan plaats hebben, dan zal de daaropvolgende concentrische laag, die er gevormd wordt, op deze plaats afgebroken zijn; zoo zich dit bij de aangrenzende en alle volgende lagen herhaalt, dan ontstaan er in den verdikten celwand cylindrische kanalen, die, van de centrale holte der cel uitgaande, aan den buitensten rand blind eindigen. Een blik op de nevensstaande figuur, die eene ideale doorsnede vertoont van eene op die wijze verdikte cel, zal de vorming aanschouwelijk maken.



Dergelijke kanalen, die in vele soorten van plantencellen, met name in de cellen van het hout der coniferae, in de mergcellen der vlier, in het parenchyma van den cactus, in de harde massa's of zoogenaamde versteeningen in de peren enz. voorkomen, worden met den naam van gestippelde of porenkanalen aangeduid, en de donkere vlekken, welke, met de blinde einden der gestippelde kanalen overeenkomende, aan de oppervlakte der cellen gezien worden, heeten

---

(1) Door MOHL, zie MEYEN'S *Pflanzenphys.* I, 25.
(2) t. a. p. S. 22.

stippen of ook poren, daar zij tot op MOHL door de meeste phytotomen voor openingen der celwanden werden gehouden (1). De porenkanalen kunnen ook eerst aan de tweede of derde laag of verder naar binnen aanvangen, zij kunnen gedeeltelijk ineenloopen, en zoo ontstaan er, wanneer men van de celholte uitgaat, gaffelvormig vertakte kanalen, waarvan bij MEYEN meerdere afbeeldingen worden gevonden (2). De celholte en porenkanalen bevatten in vele gevallen lucht, en dan vertoont ook de stip aan de oppervlakte van den celwand, de eigenaardig gekenmerkte, donkere omtrekken van een luchtblaasje; zij zijn echter ook met velerlei vloeibare en vaste deposita gevuld, en met name is er de korrelige aardachtige massa in nedergezet, die de versteeningen der peren veroorzaakt, en maakt dat zij onder het mikroskoop er donker en bij opvallend licht wit uitzien. Dat dezelfde vorm van gestippelde cellen ook in het dierlijk ligchaam voorkomt, geloof ik, hoe gering ook het aantal waarnemingen in dit opzigt nog is, toch met zekerheid te kunnen beweren. Aan de kraakbeencel uit de epiglottis van een mensch, die ik op Pl. V, fig. 8, heb afgebeeld, beschouw ik *a* als de celholte, waarvan vertakte porenkanalen uitgaan, die op eenen kleinen afstand van de oppervlakte eindigen; *b* is welligt de rest van den cytoblast. Ik heb dergelijke cellen niet in vele kraakbeenderen, maar eenige malen in grooten getale en zeer duidelijk gezien. En daar ik deze daadzaken voor zeker houde, geloof ik daarnaar eene waarneming van VALENTIN bij een kreeft te mogen verklaren (3). Onder het huidskelet ligt een kraakbeenplaatje (de nieuwe schaal?), op welks buitenste oppervlakte, die naar de binnenzijde der schaal is toegekeerd, eene eigenaardige organisatie door VALENTIN werd waargenomen. »Men ziet zeszijdige, digt bijeenliggende cellen, volkomen op dezelfde wijze, waarop het celweefsel van het parenchyma der planten gevormd wordt. In deze cellen merkt men donkere punten op, die

(1) MOHL, *über die Poren des Pflanzenzellgewebes.* Tubingen, 1828. S. 12. Verg. MEYEN, *Pflanzenphys.* I, 32, volg. en WIEGMANN'S *Archiv*, 1838, II, 39. VALENTIN, *Repertor.* I, S. 78. UNGER, in de *Annal. d. Wiener Museums*, II, 38. TURPIN, *Ac. de Paris*, 1838, p. 54.

(2) *Pflanzenphysiol.* I, Taf. V, Fig. 7, 11.

(3) *Repertorium*, I, 124.

in bepaalde lijnen gerangschikt zijn. Slaagt men er echter in, om zich eene fijne perpendiculaire dwarssnede te bezorgen, dan ziet men dat deze punten de oppervlakkige uitgangen van loodregt geplaatste buisjes zijn, welke eene donkere, volkomen ondoorschijnende en vaste massa bevatten. Laat men zamengedrongen zoutzuur zijnen invloed er op uitoefenen, dan merkt men op, hoe uit elk afzonderlijk buisje een luchtblaasje te voorschijn komt, welks donkere inhoud zich oplost en welks lumen licht en herkenbaar wordt; kortom, men kan zich overtuigen, dat de buisjes eigenaardige organen zijn, waarin de koolzure kalk bevat en nedergezet is.» VALENTIN heeft over de verhouding der buisjes tot de cellen, waaraan hare soms ook slechts schijnbare uitgangen als donkere punten zigtbaar zijn, niets verder opgemerkt. Ik betreur het in dit jaargetijde niet door regtstreeksche waarneming te kunnen beslissen of zij werkelijk porenkanalen zijn. Op de anastomoserende porenkanalen van ineengesmoltene cellen kom ik later terug.

Nadat wij nu de elementaire cellen in haren groei hebben nagegaan, moeten wij ook op hare ontwikkeling naar eenen anderen kant acht slaan, waarbij zij afnemen, geheel of gedeeltelijk vernietigd worden en verdwijnen. De cellen in de lymphe, die zich allengs met roode kleurstof vullen en in bloedbolletjes overgaan, nemen gedurende deze metamorphose blijkbaar in grootte af; in het bloed wordt haar vlies, nadat de kern is opgeslorpt, dunner, des te gemakkelijker door chemische middelen te vernielen, naar mate zij ouder zijn, en eindelijk geheel en al opgelost. Een soortgelijk proces doorloopen, zoo als zich tot nog toe slechts vermoeden laat, de cellen, die in de klieren ontstaan, en die men, wanneer zij toevallig met de afgescheidene vloeistof verwijderd worden, slijmkorreltjes noemt. De gedeeltelijke vernietiging der cellen heeft ten gevolge, dat zij bersten en door de scheur óf met de oppervlakte van het ligchaam, óf met andere cellen, óf met holten tusschen de cellen, die men tusschencelgangen noemt, in eene zigtbare verbinding treden. Men kan dit proces met CARUS (1) als dat der bersting aanduiden, hoewel CARUS onder dezen naam eigen-

(1) MÜLLER'S *Archiv*, 1835, S. 321

lijk niet het bersten van elementaire deeltjes, maar van zamengestelde organen en vliezen verstond. De bersting vertoont zich vooral in de eenvoudige en zamengestelde klieren, wanneer derzelver *tunica propria* een wezenlijk celvlies is, en wel zoo, dat de cellen der eenvoudige klieren zich aan de ligchaamsoppervlakte, die der zamengestelde klieren zich in de tusschencelgangen of in elkander openen, waarvan in het vervolg meer gezegd zal worden. De planten-ontleedkunde levert ons ook voor dit verschijnsel stellige bewijzen. De ongesteelde eenvoudige klieren der planten bestaan uit eene eenvoudige cel, welke met haren buitensten wand tot een klein, eenigzins kolfvormig gezwollen haartje ontwikkeld is. Het bovenste gedeelte dezer aanzwelling wordt in den vorm van een cirkelrond schijfje afgestooten en laat eenen gesteelden beker achter, die de afgescheidene vloeistof bevat (1). De zoogenaamde uitvloeijing van gom of hars der planten berust daarop, dat cellen of tusschencelgangen, waarin de afgescheidene zelfstandigheid is opgehoopt, bersten en de afgescheidene stof laten uitvloeijen (2).

Ten slotte moet ik nog, als eene eigenaardige metamorphose van geïsoleerde cellen, melding maken van hetgeen bij de gangliënkogeltjes (volgens VALENTIN) en welligt ook bij het ei plaats grijpt. De voltooide cellen, die onder eene halfweeke, korrelige massa begraven zijn, trekken in eene zekere mate eene laag dezer massa om zich heen, wikkelen zich derhalve in eenen kogel in, die van zijnen kant aan de oppervlakte door een vlies wordt overtrokken en zelfs door eene epitheliumachtige cellenlaag kan bedekt worden (Pl. IV, fig. 7, A, B). De elementaire cel met hare kern staat dan zelve tot den geheelen kogel in dezelfde verhouding als eene kern met kernligchaampjes, waarvan zij zich slechts door hare grootte en chemische hoedanigheid, namelijk hare oplosbaarheid in azijnzuur, onderscheidt. Ik zal deze cellen zamengestelde noemen en gelegenheid vinden, om later op eene analoge verhouding van zekere uit elementaire cellen zamengestelde cylinders de opmerkzaamheid te vestigen.

(1) MEYEN, *Pflanzenphysiol.* II, 460.

(2) MEYEN, t. a. p. II, 487.

En hiermede geloof ik de verschijnselen te hebben opgesomd, die tot nog toe aan de afzonderlijke, zelfstandige cellen door ons zijn waargenomen. Men merkte eindelijk nog op, dat zij, om met de buitenwereld, met tusschencelruimten en met aangrenzende cellen in verbinding te komen, eene gedeeltelijke vernietiging, welligt door resorptie van een gedeelte van den wand, ondergaan, waarna de randen der scheur met de aangrenzende zelfstandigheid tot één geheel ineensmelten. Dit leidt ons tot eene tweede reeks van metamorphosen, die alle dit met elkander gemeen hebben, dat de cellen hare zelfstandigheid laten varen, terwijl de wanden van naast elkander gelegene cellen ineenvloeijen, en de holten zich dan ook wel, door bersting der ineengesmoltene celwanden, in elkander openen. De weefsels, welke hunnen oorsprong aan op zoodanige wijze verbondene cellen verschuldigd zijn, verschillen naarmate van den vorm en de rangschikking der cellen en naarmate de cellen vóór de ineensmelting in wand en holte duidelijk gescheiden waren of niet. In de volgende groepen laten zich de tot nog toe bekend gewordene vormen rangschikken.

I. De ineensmeltende elementaire deeltjes zijn ware cellen en bestaan uit eenen meer of minder verdikten wand en eene met vloeistof gevulde holte.

1 De verdikte wanden der cellen in parenchymatische weefsels smelten met alle aangrenzende cellen en de in grootere of kleinere hoeveelheid aanwezige tusschencelstof in een; de holten blijven gescheiden. Naar dit beginsel ontwikkelen zich hoogst waarschijnlijk de echte en verbeenende kraakbeenderen, en derhalve ook de beenderen en de beenzelfstandigheid (cement) der tanden. In de vezelige kraakbeenderen (Pl. V, fig. 7) liggen de cellen afgescheiden midden in de vezelige tusschencelstof. De echte kraakbeenderen bevatten in eene homogene grondlaag rondachtige holten, welke voor een deel met een vlies omkleed, voor een ander deel eenvoudige openingen zijn; met de in deze openingen bevatte kernen en jonge cellen houden wij ons hier niet bezig. De openingen zijn celholten, de homogene grondlaag bestaat óf alleen uit tusschencelstof, óf uit tusschencelstof en de met haar onafscheidelijk vergroeide, verdikte

celwanden; het laatste is aanneembaar voor het geval, waarin een vlies ontbreekt, dat de holte omkleedt (1); het wordt nagenoeg tot zekerheid, wanneer het zich laat aantoonen, dat er van de holten gestippelde kanalen uitgaan, die de homogene grondlaag doortrekken. Vóór de verbeening zijn er in de kraakbeenderen nog geene gestippelde kanalen gevonden; dit kan aan de moeijelijkheid der waarneming liggen; ook zijn zij in het kraakbeen der beenderen, waaruit de kalkaarde door een zuur uitgetrokken is, onzigtbaar. Dat zij echter aanwezig zijn, wordt door het onderzoek van fijn geslepene beenplaatjes uitgemaakt. Daarin ziet men uit de beenligchaampjes (Pl. V, fig. 9, c, fig. 10), die met poedervormige kalknederslagen gevuld, en juist niets anders zijn, dan de holten in de kraakbeenderen, fijne, zeer vertakte, kalkvoerende buisjes uitstralen, welke geheel en al het karakter der porenkanalen en vooral met de boven vermelde porenkanalen in de versteeningen der peren de grootste overeenkomst bezitten. De overeenkomst der beenkanaaltjes met de bovenvermelde porenkanalen is ook Schwann in het oog gevallen (2); hij stond er tusschen, of hij ze voor analoge vormsels, dan of hij de beenligchaampjes voor geheele cellen en de kanaaltjes voor hare takkige uitwassen in de tusschencelstof houden zou, zoo als die aan de pigmentcellen voorkomen; en hij gaf aan de laatste beschouwingswijze de voorkeur, vooral omdat er somtijds een kanaaltje onafgebroken van het eene beenligchaampje naar het andere gaat, hetgeen naar zijne meening niet bij porenkanaaltjes kan voorkomen. Zeker is het zeldzaam, dat zich bij planten twee porenkanaaltjes van verschillende cellen in elkander openen; maar Turpin heeft het toch aan de versteeningen der peren waargenomen (3) en vond alsdan de cellen onafscheidbaar met elkander vergroeid. Voor het overige liggen ook anders de porenkanalen van aangrenzende cellen op

(1) Schwann, *Mikroskop. Unters.* Taf. I, Fig. 5—7.

(2) t. a. p. S. 34, 115.

(3) *Acad. de Paris*, 1838, Pl. II, Fig. 6, *a.* Pl. III, Fig. 4, *a.* Turpin noemt de cellen kristalachtige ligchamen, hare holten, navel en de van de holte uitgaande buisjes rimpels (*rides*). De juiste verklaring dezer waarneming werd reeds door Meyen gegeven in Wiegmann's *Archiv*, 1839, II, 24.

eene merkwaardige wijze zeer dikwijls tegen elkander aan (1), en wanneer de dunne celwanden, die zich tusschen beiden bevinden niet doorboord worden, dan kunnen zij aan fijne kanalen toch ligt een zoo geringe afscheiding maken, dat deze aan het oog ontgaat.

Zoo de porenkanalen wezenlijk uit de eene cel in de andere doorloopen, dan bezitten wij hierin eenen overgangsvorm tot de volgende klasse.

2. In deze klasse oefenen de celholten vrij met elkander gemeenschap, nadat de aan elkander rakende plaatsen van elke twee celwanden ineengesmolten en de ineengesmoltene opgeslorpt en doorgebroken zijn. Naar de ligging en gedaante der cellen onderscheiden wij de volgende vormen.

a. De cellen zijn over het algemeen in de lengte met elkander verbonden, en veranderen zich, terwijl de dwarswanden verdwijnen, in eene voortgaande buis. Dit geschiedt b. v. in de blinden-darmvormige klieren der maag (Pl. V, fig. 16 en 17). Bij uitzondering liggen hier ook somtijds twee cellen naast elkander en loopen dan, door resorptie der naar elkander toegekeerde zijwanden, even zeer in een. Welligt behooren hiertoe ook de kanaaltjes der nieren en ballen, wanneer namelijk hunne structuurlooze *membrana propria* een eenvoudig celvlies is. Volgens hetzelfde beginsel ontwikkelen zich de vormsels in de assen der zamengestelde bundels, de haren, zenuwen en spieren, welke wij later zullen beschrijven.

b. De cellen liggen in druifvormige groepen bijeen, en vergroeijen ook zoo, dat van elk slechts de helft of een nog kleiner gedeelte der oorspronkelijke blaas overblijft. De overblijfsels van vele cellen zitten dan rondom eene gemeenschappelijke holte, waarvan zij slechts meer of minder diepe uitzakkingen vormen (Pl. V, fig. 14). Zoo stel ik mij het ontstaan van de kwabjes der korrelige klieren voor, steeds in de vooronderstelling, dat de oorspronkelijke blazen, waarvan er een bij D nog vrij ligt, vergroote, elementaire cellen zijn. De lever maakt hierop eene uitzondering, daar hare kerncellen (Pl. V, fig. 15) zich slechts zelden paarswijze schijnen te verbinden. Ook is het beter, om de levercellen niet zoo zeer

(1) Meyen, *Pflanzenphys.* I, Taf. I, Fig. 4—11.

met de moedercellen van andere klieren, als wel met de in de laatste opgehoopte slijmkorreltjes te vergelijken, op gronden, die bij de bijzondere beschrijving duidelijker zullen worden.

c. Van de cellen gaan er holle verlengsels stervormig uit, die zich in elkander openen, zoo als bij de stervormige pigmentcellen der *lamina fusca* (Pl. I, fig. 13, A) en, volgens SCHWANN's vermoeden, bij de haarvaten (1). Daar de ligchamen der cellen zich allengs vernaauwen en de verlengsels wijder worden, ontstaat er een gelijkvormig net van buizen, een capillair stelsel.

II. De ineensmeltende elementaire deeltjes zijn vaste plaatjes, wand en holte niet gescheiden. Het is echter dikwijls twijfelachtig, of deze plaatjes, vóór hunne verbinding, het proces der celontwikkeling hebben doorgeloopen, of zij even als de schubjes der epidermis eenmaal blaasjes geweest zijn, dan of zij niet liever hunne zelfstandigheid als het ware in hunne jeugd verloren, nog vóór dat zij den tijd hadden om goede cellen te worden. Aangenomen, dat het laatste plaats grijpe, dan is het nog even min uitgemaakt, of de plaatjes goed van elkander gescheiden en geheel en al zelfstandig waren, dan of niet liever de ineensmelting, in zekere rigtingen ten minste, reeds plaats had, vóór dat de celstof, om hunne cytoblasten naauwkeurig begrensd was. Zoo dit zou plaats grijpen, en dit zal later bij de beschrijving van de metamorphosen der kern zeer waarschijnlijk worden, dan zou de door SCHWANN te boek gestelde wet, waarnaar alle weefsels zich uit elementaire cellen zouden ontwikkelen, eene wijziging ondergaan. Zij zou op dezelfde verkeerde opvatting berusten, welke in de voorstelling der vergelijkende ontleedkunde en ontwikkelingsgeschiedenis zoo lang geheerscht heeft en gedeeltelijk nog heerschende is, wanneer men b. v. zegt: het been A van een lager dier of van een embryo bestaat uit de in een gesmoltene beenderen A en B van het hoogere of ontwikkelde dier, in plaats van te zeggen, het bevat de laatste nog onafgescheiden van elkander. Met het woord »eene ineensmelting» drukken wij hier alleen den weg uit, welken onze kennis, van den hoogeren en voltooiden vorm uitgaande, toevallig genomen heeft. Voor het gemak der

(1) Z. de schemat. afbeelding bij SCHWANN, t. a. p. Taf. IV, Fig. 12.

uitdrukking houden wij ons overigens voorloopig nog aan de voorstelling, alsof de cellen afgescheiden en weder zamengegroeid waren.

1. De plaatjes liggen vliesvormig uitgespreid, in eene eenvoudige laag naast elkander, en vormen na de ineensmelting zamenhangende, waterheldere vliezen. Dikwijls verdwijnen de kernen, en dan zijn de vliezen geheel en al structuurloos, glasachtig, wanneer er geene vorming van fijne vezels in begint, waarover aanstonds uitvoeriger zal gesproken worden. Het plaveisel-epithelium der vaten gaat door dit proces in een glasachtig vlies over (Pl. I, fig. 2). Waarschijnlijk vormen zich op dezelfde wijze de *capsula lentis* (1), het Demourssche en het dojervlies; de uitbreiding van cellen, welke als epithelium de uitbreiding der gezigts- en gehoorzenuwen bedekt, schijnt eveneens in een eenvoudig glasachtig vlies te veranderen; eindelijk reken ik hiertoe ook de buitenste scheede der zenuwbuisjes en der animale spierbundels.

2. De plaatjes voegen zich in de lengte aan elkander en vormen meer of minder platte vezels. De vezels, die op deze wijze ontstaan, bezitten tamelijk standvastig eene breedte van 0,002—0,003‴, derhalve de breedte der kleinste cel; hare dikte is somtijds naauwelijks meetbaar en bedraagt nooit meer dan een vierde der breedte. Vezels van deze soort worden in het weefsel van het hoornvlies, de kristallens, het bindweefsel, en het spiervlies der vaten en ingewanden, den *nerv. sympathicus*, in het tandivoor en glazuursel, alsmede in de bastzelfstandigheid van het haar gevonden (Pl. II, fig. 1, 3, Pl. IV, fig. 2, 6, Pl. V, fig. 11).

Ik zeide zoo even, dat er in de vliezen, die uit ineengesmoltene plaatjes bestaan, fijne vezels zigtbaar zijn; hetzelfde verschijnsel vertoont zich in de uit plaatjes gevormde vezels, zoodat elk derzelve in een zeker aantal fijne fibrillen kan vervallen. Deze fibrillen, van 0,0004—0,0008‴ doormeting liggen bij de vliezen wel is waar tamelijk in dezefde rigting, maar dikwijls afgebroken, dikwijls gaffelvormig verdeeld en onderling vertakt (Pl. III, fig. 11); zij ontstaan niet uit cellen of kernen, maar, zoo als het schijnt, onmiddellijk uit nedergezette en zich aaneenvoegende

(1) Zoo als ook VALENTIN aanneemt, zie R. WAGNER'S *Physiol.* I. 136.

fijnste korreltjes. Zij zijn in azijnzuur onoplosbaar. Het vlies, waarop zij zich hebben nedergeslagen, kan geheel of ten minste in de tusschenruimten der vezelen worden opgeslorpt, en er blijft alsdan enkel een net van fibrillen over (Pl. III, fig. 12), hetgeen op de inwendige oppervlakte der vaten dikwijls plaats vindt. Merkwaardig is het, dat er in de vliezen gelijktijdig met de vezels ook rondachtige en onregelmatige, meer of min groote openingen te voorschijn komen (Pl. III, fig. 11, a, b, c), die op eene beginnende resorptie in de interstitiën der vezels heenwijzen; ik zag echter ook openingen van dezelfde soort in de inwendige laag van de wortelscheede der haren (Pl. I, fig. 15) zonder vorming van vezels.

Het uitwendig voorkomen der gestreepte en doorboorde vliezen en het geheele beloop hunner vorming, zoo als ik dat heb afgeschilderd, herinneren ons aan de spiraalbuizen der planten (1), en vooral zijn de vertakkingen der spiraalvezelen, de openingen in het vlies, waarop zij liggen en de eindelijk plaats grijpende resorptie van het laatste aan de netvormige, gevensterde en afrolbare spiraalbuizen zeer merkwaardige punten van overeenkomst. Daarentegen liggen de spiraalvezelen der planten binnen in eene cel, de beschrevene dierlijke vezels op een zamengesteld vlies; gene loopen ringvormig om de celholte; deze liggen, ten minste in de vaten, in de lengte. In de scheede der zenuw- en spierbundels schijnen zij allezins ook kringsgewijs te loopen.

Wanneer de vezels, die uit aaneengeschakelde cellen gevormd zijn, in fijnen draden worden gesplitst, hetgeen bij de vezels van het hoornvlies, van het bindweefsel, de organische spieren en den *nervus sympathicus* zoo gewoon is, dan liggen de vezels steeds onvertakt, evenwijdig aan elkander en in de lengte (Pl. II, fig. 1, Pl. IV, fig. 2, A, fig. 6, A). Ik zal deze fijnere, secundaire draden van nu af aan steeds fibrillen noemen; indien men ze vezels noemt, dan moeten de strengen, waarvan zij de deelen uitmaken, den naam van «bundels» dragen. De verdeeling van eene vezel in fibrillen geschiedt óf door eenvoudige resorptie der zelfstandigheid tusschen de fibrillen, óf de fibrillen worden in het begin, even als bij de membranen, als verdikkingen op de oor-

(1) Meyen, *Pflanzenphys.* I, 117 en volg.

spronkelijke vezel nedergezet, en vervolgens verdwijnt eerst tusschen de fibrillen de zelfstandigheid der vezel. Het eerste komt mij waarschijnlijker voor, omdat de fibrillen der vezels, even als de vezels zelve in azijnzuur worden opgelost, hetgeen bij de genoemde secundaire nederzettingen niet het geval is.

III. Onder de metamorphosen van afzonderlijke cellen maakte ik ten slotte op het geval opmerkzaam, waarin de voltooide cel weder de kern van een secundair vormsel wordt; ik beschouwde deze elementaire deelen, als »zamengestelde cellen," en wees daarbij op analoge vormsels uit ineengesmoltene cellen. Als zoodanig kennen wij de primitiefvezels der zenuwen, de primitiefbundels der animale spieren en de haren, waaraan men diensvolgens den naam van zamengestelde vezels of bundels geven kan. Zij bezitten alle óf bestendig óf ten tijde der eerste ontwikkeling eene cylindrische of eenigzins platgedrukte as van aaneengeschakelde cellen (Pl. I, fig. 16, *a*), eene eigenaardige bastzelfstandigheid, die bij de zenuwen vloeibaar, bij de spieren vezelig, bij de haren (Pl. I, fig. 16, *b*) uit vezels gevormd is, die zelve weder uit cellen ontstaan zijn, eindelijk eene buitenste scheede, welker oorsprong nog aan twijfel onderworpen is. Zoo komt de as der zamengestelde bundels met de eigenlijke cel binnen in de gangliënkogeltjes (Pl. IV, fig. 7, B, *b*), de bastlaag met de buitenste, korrelige zelfstandigheid der laatste overeen, en even als de gangliënkogeltjes, overtrekt zich ook het omhulsel der zenuwvezelen (Pl. IV, fig. 5, II) en der haren (Pl. I, fig. 16, *c*) nog met eene laag van epitheliumcellen. Zoodanige bundels vond ik ook somtijds in het bindweefsel, waaraan eene centrale, uit korreltjes gevormde donkere as zigtbaar werd, wanneer de fibrillen met azijnzuur doorschijnend gemaakt waren.

Ik heb tot nog toe zoo weinig mogelijk van den cytoblast gesproken, om al hetgeen op hem betrekking heeft hier is een zamenhangend geheel mede te deelen. Vooreerst is het noodig zijne ligging met betrekking tot de cel nog naauwkeuriger te bepalen, dan tot nog toe geschied is. Bij de planten is hij, volgens de opgave van SCHLEIDEN (1), steeds in de celwand ingesloten, en wel op die wijze,

(1) MÜLLER'S *Archiv*, 1838, S. 148.

dat de wand der cel zich in twee lamellen splitst, waarvan de eene aan zijne buitenzijde, de andere aan zijne binnenzijde geplaatst is. Ook bij dieren ligt de kern gewoonlijk in den wand der cel; er komen hiervan enkele uitzonderingen voor. In de cellen van het cylinder- en flimmer-epithelium moet zij binnen in de cel geplaatst zijn, daar zij ook dan centraal geplaatst schijnt, wanneer men de cylinders in de rigting der eindvlakten beschouwt (Pl. I, fig. 9); verder ligt in de gangliënkogeltjes het donkere ligchaampje, dat met de kern overeenkomt (Pl. IV, fig. 7, B, *c*), juist in het midden der cel (*b*). Wanneer de kern excentrisch aan den wand geplaatst is, dan is het niet gemakkelijk uit te maken, of zij zich aan hare binnen- of buitenvlakte of tusschen deze beide in bevindt. Volgens Schwann (1) ligt zij in de vetcellen geheelenal in den celwand ingesloten, wanneer het celvlies dik is. Schwann heeft niet waargenomen, dat er een plaatje van den celwand over de binnenvlakte der kern liep; hij zag haar in verreweg de meeste gevallen geheelenal vrij aan de binnenvlakte van het celvlies aangekleefd, en slechts somtijds een weinig in de dikte van het celvlies ingezonken (2). Bij de bloed- en slijmbolletjes en de epitheliumcellen kwam het ook mij voor, dat de kern aan de binnenvlakte van den wand lag, hoewel ik haar nooit, zoo als Schultz, in de holte der bloedbolletjes gevallen en daarin rondrollen zag. In andere gevallen echter heb ik ook bepaald genoeg waargenomen, dat de kern slechts uitwendig op de cel lag, en in een groefje van haar werd opgenomen, zoo als b. v. aan de cellen van het pigment (Pl. I, fig. 12, C), de lens (Pl. II, fig. 2, C).

Aan de epitheliumcellen heb ik aangetoond, dat de kern aanvankelijk nog gelijktijdig met de cel groeit en zich afplat. Later gaat de cel de kern in ontwikkeling verre vooruit; de laatste blijft dan òf onveranderd, òf zij lost zich op, en ontwikkelt zich verder, even als de cel, volgens eenen bepaalden typus. Zij verdwijnt in de geïsoleerde cellen van het bloed, de epidermis en vooral der nagels, meestal in de vetcellen. Van de weefsels, die uit ineengesmoltene cellen ontstaan zijn, vertoonen de vezels van de kris-

---

(1) *Mikroskop. Unters.* S. 140.

(2) t. a. p. S. 210.

tallens (Pl. II, fig. 3) en van het glazuursel der tanden en de verbeenende kraakbeenderen terstond geen spoor van kern; ook in de blijvende, echte kraakbeenderen schijnen de moedercellen geene kern te bezitten; in de acineuse en buisachtige klieren is er aan de membranen, welke wij voor wanden der moedercel houden, gewoonlijk geene kern aan te toonen.

Niet zelden verandert de kern, even als de cel, haren scheikundigen inhoud; er komen namelijk enkele, later tot één geheel ineenvloeijende vetdroppels in den cytoblast der kraakbeenderen voor (Pl. V, fig. 6, fig. 7, D).

De kern der plantencellen heeft met de voltooide ontwikkeling der cel hare rol uitgespeeld; zij blijft nog in eenige soorten van celweefsel bestaan, dat, zoo als Schleiden zich uitdrukt, op eenen lageren ontwikkelingstrap blijft staan. De vorming van secundaire depositiën begint, volgens Schleiden's waarnemingen, steeds eerst na de resorptie der kern (1). Zoo houdt ook Schwann den werkkring van den cytoblast met de voltooijing der cel voor afgeloopen en beschouwt haar verdwijnen als regel. Mijne onderzoekingen leiden er mij toe, om aan de kern eene andere, meer gewigtige beteekenis toe te schrijven. In alle uit cellen zamengestelde vezels, met uitzondering van de zoo even genoemde (van de lens en het tandglazuursel), blijft zij niet alleen gewoonlijk bestaan, maar verandert zich eveneens in eene eigenaardige soort van vezels, die tot de vezels der cellen in eene merkwaardige betrekking staan.

Eerst worden de kernen ovaal (Pl. I, fig. 2, *a*, Pl. III, fig. 14, *c*. Pl. IV, fig. 2, A, *a*, fig. *b*), vervolgens steeds langer en smaller, en veranderen zich in dunne, donkere strepen, die regt, hoekig of halfmaanswijze gekromd, of, bij eenige lengte, geslingerd op de tot haar behoorende cellen liggen (Pl. I, fig. 14, *l*, *m*, fig. 16, *d d*, Pl. II, fig. *b*, *c*, Pl. III, fig. 9, *d*, *e*). De kernligchaampjes zijn alsdan verdwenen. Ten gevolge van hare scherpe omtrekken vallen deze strepen aan vezelige weefsels terstond in de oogen, en zijn dikwijls voor de verlengde cellen zelve aangezien, in welk geval de tusschenzelfstandigheid over het hoofd gezien of als

(1) Müller's *Archiv*, 1838, S. 146.

tusschencelstof beschouwd werd. Nu eerst begint somtijds de resorptie der kernen, en wel op die wijze, dat zij in eene reeks van puntjes verdeeld worden, die steeds bleeker en kleiner worden (Pl. II, fig. 1, *b b*, Pl. III, fig. 14, *a*, Pl. IV, fig. 2, E, *d*). Men vindt zoodanige reeksen van puntjes in alle vezelige weefsels, en, zoo als van zelf spreekt, in des te grootere hoeveelheid, hoe minder kernen er zich verder ontwikkelen, het talrijkst in de cornea en in de organische spieren. In het tegenovergestelde geval gaan de verlengde kernen allengs verbindingen met elkander aan door draden, die zij elkander te gemoet zenden, en die, aanvankelijk fijn en bleek, allengs de sterkte en vastheid der donkere ligchaampjes verkrijgen, waarvan zij uitgaan. De verdere ontwikkeling der kernen tot vezels en de ligging dezer vezels nemen allen twijfel weg, dat hier overal de kernen slechts uitwendig op de cellen liggen; inderdaad kunnen zij somtijds in vroegeren tijd zonder vernietiging der cellen door verdund azijnzuur van haar losgemaakt worden, en zwemmen dan vrij in het rond.

Wij kunnen twee verschillende typen van kernvezels onderscheiden; met dezen laatsten naam duid ik namelijk de vezels aan, die haar ontstaan aan de ineensmelting van verlengde kernen te danken hebben, en ik wil in het vervolg met den naam van celvezels de uit cellen gevormde vezels of de bundels van fibrillen bestempelen, waarin de celvezels zich splitsen. Zoo deze splitsing heeft plaats gegrepen, dan behoort er bij elken bundel van fibrillen eene kernvezel. De kernvezels zijn steeds veel fijner dan de celvezels; zij hebben dikwijls eene doormeting, welke met die van de fibrillen der celvezels overeenkomt. Het verschil der beide typen van kernvezelen berust op de oorspronkelijke ligging der kernen, naarmate zij op de vlakte der platte kernvezels of aan haren rand liggen, en de ligging der kernen rigt zich weder naar den vorm der celvezels. Zeer afgeplatte kernvezels hebben de kernen op de oppervlakte; celvezels, die tot den cylindrischen vorm naderen, hebben ze aan de randen. Tot de laatste soort behooren de bindweefselvezels, de vezels van het hoornvlies en van het tandivoor.

Wanneer nu de kernen zich aan de randen der celvezels bevinden, dan liggen zij óf achter elkander aan dezelfde zijde, óf afwisselend aan de éene en andere zijde. In het eerste geval ra-

ken de verlengsels der afzonderlijke kernen eenvoudig aan elkander en de kernvezels loopen aan de zijde van elken bundel, aan hem evenwijdig en zóó, dat tusschen elke 2 celvezels of 2 bundels van fibrillen telkens eene kernvezel komt te liggen. Zeer regelmatig ziet men deze afwisseling van cel- en kernvezels in het tandivoor (Pl. V, fig. 11), somtijds ook in fijne plaatjes van bindweefsel, vooral in pezen en banden. Bij het bindweefsel, waarin de celvezels zelfs in fibrillen verdeeld worden, die in fijnheid de kernvezels evenaren, onderscheiden zich de laatste door hare donkere randen, haar fijn geslingerd beloop en hare onoplosbaarheid in azijnzuur (Pl. II, fig. 8). Zij kunnen echter ook in het bindweefsel, even als in het tandivoor, zijtakken uitschieten, en op die wijze ontstaan, ten minste voor een gedeelte, de zoogenaamde elastische vezels in het bindweefsel en de vertakte buisjes van het tandivoor, zoo als die door Retzius zijn afgebeeld (1). De depositie van kalkzouten in deze buisjes levert het bewijs op, dat de kernvezels hol kunnen zijn; of zij het ook in andere gevallen zijn, kan ik niet beslissen.



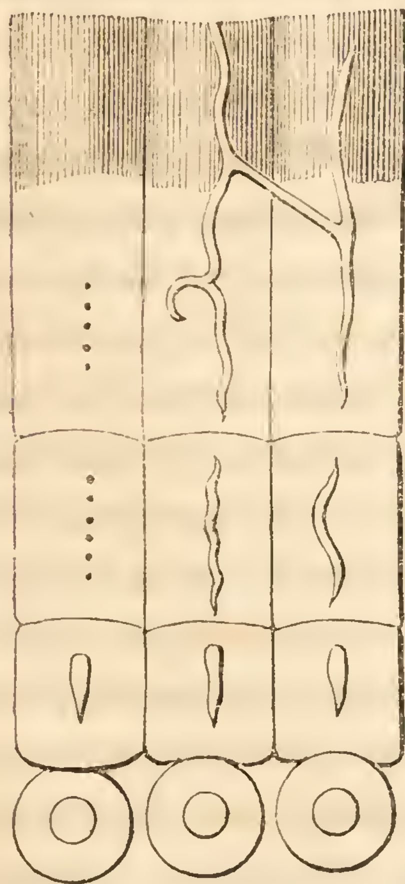
Indien de kernen aan den rand der bundels liggen en afwisselend geplaatst zijn, dan groeijen zij op die wijze naar elkander toe, dat er zich van elke kern een verlengsel naar voren en een naar achteren vormt, waarvan het eene naar beneden, het andere naar boven gaat. Het ééne verlengsel der kern, dat naar boven gaat, komt op de ééne vlakte der celvezel het naar beneden dalende verlengsel der aangrenzende kern, die boven haar geplaatst is, te gemoet; het naar beneden gerigte verlengsel smelt in een met het opwaarts stijgende der aangrenzende kern van onderen op de andere vlakte der celvezel, en er ontstaat zoo doende eene spiraal, die de celvezel of hare fibrillen in meer of minder naauwe omwindingen omgeeft. Zulke spiraalvormige kernvezels zijn in het bindweefsel niet zeldzaam. Op zekere plaatsen, die ik bij de speciale beschrijving zal opgeven, worden zij nagenoeg regelmatig gevonden; anders komen zij zonder orde met de regte kernvezels

(1) Müller's *Archiv*, 1837, Pl. XXII, Fig. 1, b, Fig. 2.



vermengd voor, en ik zag dikwijls eene kernvezel aan eenen bundel van bindweefselfibrillen eerst regt loopen, vervolgens een paar spiraal-omwindingen maken, daarna haren weg in eene regte rigting vervolgen, enz., al hetgeen door niets anders dan door de toevallige ligging der kernen bij de eerste vorming der cellen bepaald is. Op plaat II, fig. 6, heb ik in het wordings-proces verkeerende kernvezels van het bindweefsel, zoo wel regte als spiraalvormige, naar de natuur afgebeeld. Het schijnt, dat de spiraalvormig loopende kernvezel zich, even als de spiraalvezelen der planten, verdeelen en tot afzonderlijke ringen sluiten kunnen, daar ik meermalen, in de plaats van eene spiraal, afzonderlijke, geslotene ringen om de bindweefselbundels geplaatst zag.

De kernvezels der tweede soort, die op de oppervlakte der plattere celvezels achter elkander zijn geplaatst, zijn eigenaardig gekenmerkt door de neiging, om zijtakken uit te zenden en zich door middel der zijtakken tot een net te verbinden, dat de laag der celvezels bedekt, en zich bij eene zeer regelmatige ontwikkeling tusschen elke twee celvezellagen bevinden moet. De zijtakken zijn langer of korter, dikwijls rankvormig gebogen; zij maken zich gemakkelijk van de celvezels los, zoo als over het algemeen deze geheele kernvezellaag veel inniger onderling dan met de celvezels verbonden is. In de vliezen der vaten en in het spiervlies der ingewanden kan men de ontwikkeling van deze soort van kernvezels nagaan. Zij zijn het sterkst in het vlies van de overlangsche vezels der aderen (Pl. III, fig. 13), tamelijk sterk met talrijke anastomosen in het middelste vlies der slagaderen (Pl. III, fig. 14, 15); in de eigenlijke organische spieren laten zij zich eerst na de oplossing der celvezels met azijnzuur als een zamenhangend geheel bereiden (Pl. IV, fig. 3); afzonderlijke fragmenten ziet men ook als



vorsten en lijsten over de spierbundels heenloopen (Pl. IV, fig. 2, D., *b*). Het is meer dan waarschijnlijk, dat ook in de vliezen, die uit afgeplatte cellen zijn zamengesteld, de kernen zich tot vezels kunnen verlengen. Op de zamengestelde bundels der willekeurige spieren, welker buitenste scheede uit ineengesmoltene cellen schijnt te bestaan, ziet men ten minste zeer dikwijls de donkere, golfswijze gebogene ligchaampjes, die wij als middentrappen tusschen kernen en vezels hebben leeren kennen, en somtijds ook hoogst fijne, golfswijze loopende, in azijnzuur onoplosbare vezels.

De onoplosbaarheid der kernvezels in azijnzuur verdient eene bijzondere vermelding, omdat zij een eigenaardig kenmerk voor de vezels oplevert, terwijl zij daarin met de kernen zelve overeenkomen en zoo als het ware op haren oorsprong heen wijzen. Even zoo zijn de celvezels, even als de cellen, waaruit zij ontstaan, nagenoeg alle in azijnzuur oplosbaar. Er komen hierop echter uitzonderingen voor, en even als de geïsoleerde cellen in zekere weefsels, b. v. in de opperhuid, hoornachtig en dan in azijnzuur onoplosbaar worden, evenzoo gaan ook de uit cellen gevormde vezels, b. v. in het haar, in hoorn over. De verhouding ten opzigte van azijnzuur levert daarom voor de beoordeeling geen zeker onderscheidingskenmerk op, en er zijn in azijnzuur onoplosbare vezels, waarvan ik het twijfelachtig moet laten, daar ik hare ontwikkeling niet heb nagegaan, of zij uit cellen of uit kernen zijn ontstaan. Ik bedoel namelijk de vezels der *lamina fusca* (Pl. II, fig. 9), der *zonula Zinnii* (Pl. II, fig. 4) en soortgelijke, die men vooral dikwijls bij de kikvorschen tusschen de bindweefselbundels, in het buikvlies, op de oppervlakte van spieren en zenuwen ziet. Deze vezels verschillen zeer in sterkte, zijn veel bleeker dan de gewone kernvezels, zoodat er dikwijls bijzondere middelen toe noodig zijn, om ze zigtbaar te maken. Zij zijn gaffelvormig en dikwijls stervormig vertakt, liggen afzonderlijk, en doorkruisen elkander in de menigvuldigste rigtingen. Waar eenige vezels in verschillende rigtingen uiteengaan, daar worden dikwijls kleine opzwellingen gevonden (Pl. II, fig. 4, a), die ons doen vermoeden, dat hier oorspronkelijk een kogeltje of een plaatje gelegen heeft, waarvan de vezels zijn uitgegaan. Schwann heeft uit het bindweefsel van het embryo kerncellen afgebeeld, die zich naar het eene, of naar beide uiteinden, of ook naar meer

kanten, in vezelen verlengen (1). Welligt ontwikkelen zich uit deze cellen de zoo even beschrevene vezels, daar ik, ten minste volgens mijne waarneming, niet kan aannemen, dat zij het begin der eigenlijke bindweefselbundels zijn. Overigens is er nog een derde geval mogelijk, waarvan wij melding moeten maken. De vezels kunnen zich noch uit kernen, noch uit cellen ontwikkelen, maar daarentegen secundaire depositiën zijn, zoo als ik vroeger aan het binnenste vaatvlies beschreven heb, en aanstonds uit de tusschencelstof zal worden opgegeven.

Eene zwarigheid, die ik voor het oogenblik nog niet kan oplossen, is daarin gelegen, dat er, met name in het bindweefsel, grootere bundels gevonden worden, die door spiraalvezels zijn omwikkeld en zelve weder uit bundels zamengesteld, die spiraalvormige of regte kernvezels bezitten (Pl. II, fig. 6); óf de buitenste spiraalvezel óf de binnenste zijn secundaire vormsels; óf de buitenste spiraalvezel (*dd*) is eene echte kernvezel, en dan moeten er zich binnen in eene celvezel nieuwe cellen en kernen later ontwikkeld hebben; óf de vezel, die eene massa van primitive celvezels omvat, is later ontstaan, en dan zullen er ook uit kernen spiraalvezels ontstaan, welker cellen niet tot vezels ineensmelten.

Voor het gemak der uitdrukking heb ik, zoo als boven gezegd is, de beschouwing tot nog toe zoo gelaten, alsof de platte celvezels en vliezen uit afzonderlijke cellen zamengegroeid waren. Thans, nadat de metamorphosen der cellen en kernen afgehandeld zijn, zal zich het proces harer ontwikkeling gemakkelijk op eene andere wijze laten beschrijven, die, voor vele gevallen ten minste, met de natuur meer schijnt overeen te komen.

De hiertoe behoorende weefsels bestaan nagenoeg alle uit vliesachtige lagen, die zich bij opvolging op elkander schijnen neder te zetten, zoo als zich b.v. aan de vaten het spiervlies blijkbaar op die wijze vèrdikt, dat laag op laag nieuw gevormd wordt. Elke laag is aanvankelijk eene structuurlooze depositie van cytoblastema; daarin vormen zich kernen. Scheidt men deze met geweld van elkander, dan blijft er aan vele een overtreksel over van eene onregelmatige, weeke, geleiachtige massa, die echter geene cel is. Daaruit kan

(1) *Mikroskop. Unters.* Taf. III, Fig. 6, 8.

zich eene cel vormen, zoo als op de binnenste oppervlakte van grootere vaten gewoonlijk geschiedt. In andere gevallen kan de geheele cytoblastema-laag een eenvoudig, structuurloos vlies vormen, waarin de celkernen rond, ovaal of verlengd liggen. Ook dit komt aan het binnenste vaatvlies en aan de bastzelfstandigheid der haren voor. Wanneer eindelijk de celkernen in rijen gerangschikt zijn en zich in eene bepaalde rigting naar elkander toe verlengen, dan kent zich in eene zekere mate elke reeks van kernen eene streep cytoblastema toe; nu eerst begint de scheiding der laag in vezels, en wel zoo, dat de reeks van kernen óf in het midden der cytoblastema-streep óf aan hare zijde ligt. In het begin, b.v. in het bindweefsel van het embryo, liggen de ovale kernen digt achter elkander, vervolgens zet zich elke kern naar beide zijden uit, en gelijktijdig groeit ook de celvezel door de opneming van nieuwe partikels tusschen de oude aan. Op enkele plaatsen, misschien als de verlengsels der kernen elkander niet treffen, verlengt zich ook de celvezel naar ééne of beide zijden in punten, en doet zich dan als eene zeer verlengde, zelfstandige cel voor (Pl. IV, fig. 2, B). De verdere vormveranderingen der celvezels en kernen vloeijen uit de boven vermelde daadzaken voort.

Men kan deze processen het best nagaan aan het weefsel der vaatrokken. Hare ontwikkeling heb ik in het bijzondere gedeelte uitvoerig beschreven, waarop ik thans den lezer verwijs. Hier wil ik nog slechts op het merkwaardige feit de opmerkzaamheid vestigen, dat zich uit de cytoblastema-laag aan de binnenste oppervlakte der vaten nagenoeg al de verschillende vormen ontwikkelen, nu eens een regelmatig plaveisel-epithelium, dan eens een vlies met vertakte kernvezels, nu eens een vlies, waarin zich, na het verdwijnen der kernen, fijne vezels afzetten (Pl III, fig. 11), dan eindelijk weder gerangschikte celvezels met kernen, even als in de organische spieren voorkomen.

De verschillende beteekenis en namen, welke de vormsels hebben verkregen, die ik als kernvezels heb beschreven, wil ik hier bijeenvoegen, om in het vervolg daarop niet weder terug te komen. Dat de takkige kernvezels van het bindweefsel en de vaatvliezen met elastische vezels verwisseld werden, is reeds vroeger vermeld. Het schijnt mij toe, dat ook de knobbelige opzwellingen, die SCHWANN (*Med. Vereinszeitung*, 1837, N°. 169) in het mesenterium van kikvorschen gezien en voor zenuwvezels gehouden heeft, niets anders dan kernvezels zijn. De afzon-

derlijke kernen zijn nu eens als kernen van epithelium-cellen, dan weder voor de epithelium-cellen zelve aangezien. Eenen meer algemeenen naam, waaronder zeker met de kernvezels vele andere vormsels worden opgenomen, heeft VALENTIN het eerst ingevoerd (*Repertor.* 1838, S. 309). Hij spreekt van een horizontaal dradig aaneengeregen epithelium, waarin de van vorm veranderde cellen in overlangsche lijnen gerangschikt zijn. De nucleus is korrelig, ondoorschijnend, en wordt door den wand overal als door eenen zeer smallen zoom omgeven, welke onmiddellijk in het verbindingsgedeelte overgaat. Deze epitheliën worden niet alleen aan vrije vliezen, maar ook aan alle vaten en zenuwen tot in de fijnste vertakkingen gevonden, ja zelfs om de secundaire verdeelingen der genoemde deelen van organen. Om elk afgescheiden hoopje van ganglien-kogeltjes, om elke afzonderlijke scheede der ganglien-kogeltjes staan zij in kringen of bogen, om elken afzonderlijken bundel eener zenuw in overlangsche lijnen gerangschikt; elke afzonderlijke bundel van bindweefsel wordt door hetzelve omgeven. Vele der hier genoemde weefsels zijn wezenlijke plaveisel-epitheliën. Het horizontaal dradig aaneengeregen epithelium van het exochorion der vrucht van een schaap (t. a. p. Pl. I, fig. 1) en van de zenuwen (MÜLLER'S *Archiv*, 1839, Taf. VI) zijn celvezels met kernen, die gedeeltelijk slechts verlengd, gedeeltelijk door dunnere draden verbonden zijn. Dat VALENTIN aan de opzwellingen eenen lichten zoom gezien heeft en de verbindingsdraden tusschen de opzwellingen als voortzetting van dezen zoom aanziet, kan ik voor niets anders dan voor eene dwaling houden, die, bij de moeijelijke waarneming, vooral ook daardoor kan veroorzaakt zijn, dat SCHWANN en vele na hem de verlenging der cellen in afzonderlijke, fijne vezelen voor iets zeer gewoons hielden en bepaaldelijk de bindweefselvezels op die wijze laten ontstaan. Ik moet echter opmerken, dat dit bij de cellen slechts zeldzaam schijnt plaats te hebben, hoe dikwijls de kernen zich ook in dunne vezels verlengen en spilvormige, aan de uiteinden toegespitste ligchaampjes daarstellen. Cellen, die tot dunne draden zijn uitgetrokken, komen, voor zoo ver ik tot nog toe weet, slechts in het pigment der *lamina fusca* voor, vervolgens naar SCHWANN'S vroeger vermelde waarneming in het bindweefsel, waarin hare beteekenis nog niet is opgehelderd, en in gezwellen (VALENTIN, *Repertor.* 1837, S. 280. J. MÜLLER, *Bau der krankh. Geschwülste*, S. 6). In de laatste blijven zij, volgens MÜLLER, op eenen embryonalen trap staan en verbinden zich niet tot vezels. Zeer ligt gebeurt het echter, dat men fijne, platte en gelijkmatig breede celvezels met eene kern voor cellen aanziet, die in dunne draden uitloopen, daar de vezel gewoonlijk op de plaats, waar de kern ligt, hare breede vlakte en vervolgens haren smallen kant naar boven keert.

PAPPENHEIM (*Zur Kenntniss der Verdauung*, 1839) neemt de naam van VALENTIN aan, maar verandert in het beloop van zijn werk herhaalde malen van zienswijze omtrent de beteekenis van het dradig aaneengeregen epithelium. Volgens bl. 13 zijn het rhombi, door onmeetbaar dunne draden verbonden. Bl. 111 vermoedt hij, dat er bijzondere cellen voor zullen bestaan, als welker kernen het in lateren tijd waarschijnlijk aan alle vliesachtige, dierlijke deelen schijnt voor te komen, nu eens zonder voorbereiding, dan weder na bijvoeging van azijnzuur of verdunde bijtende potasch, bij volwassenen nu eens in de gedaante van rhombi-

sche, dan weder in die van ovale ligchamen, dikwijls door draden, die veelal, misschien altijd, de randen der platte cellen zijn, die slechts de lengtedoormeting naar het gezigt toekeeren." Wanneer ik deze eenigzins moeijelijke stelling goed versta, dan meent hij, dat de opzwellingen door kernen en de verbindingen tusschen haar door deelen der platte cellen gevormd worden, die slechts daardoor als draden voorkomen, dat zij de kanten naar boven keeren. Voor deze uitlegging spreekt eene latere plaats, bladz. 115, waar gezegd wordt: indien zich ons boven uitgesproken vermoeden door waarneming bevestigde, dat het dradig aaneengeregen epithelium der vliezen, de celkernen zijn, enz." Bij een toevallig onderzoek van het spiervlies der maag in het embryo (bl. 147, Noot) zag Pappenheim gelijkmatige, 0,001′′ breede vezels, en van plaats tot plaats ovale ligchamen, die aan beide einden uitgetrokken waren, voorts plat, niet zelden met een in het oog loopend donker ligchaampje, somtijds nog van vele punten (*Punktmasse*) voorzien en onoplosbaar in azijnzuur. Hij erkent hunne identiteit met het groote, kernvormige ligchaampje der willekeurige spiervezels en houdt ze voor kernen der cellen, waaruit de scheeden der primitive bundels ontstaan zijn. Hoe hij echter na al het voorafgegane het zoo even beschrevene maaksel voor een karakteristiek eigendom der organische spiervezels verklaren kan, is moeijelijk te begrijpen. Eene beschouwing, die aan de mijne zeer nabij komt, is op bladz. 165 uitgesproken. »Het dradig aaneengeregen epithelium bestaat niet, zoo als men tot nog toe aannam, uit de bij den verderen groei verdwijnende, maar uit de overgeblevene met *nucleoli* voorziene *nuclei*, welker cellen bij de wisseling des ouderdoms een verschillend lot ondergaan." Daarentegen staat weder op bladz. 181 te lezen: het celweefsel van het slijmvlies der maag is met eene groote hoeveelheid van dradig aaneengeregen epithelium voorzien, d. i. met cellen, welke zich in buisachtige, dikwijls platte draden verlengen, met nucleus en nucleolus, en eindelijk ter verklaring van fig. 1, 15, 16, draadvormig epithelium: de kernen zitten, volgens latere waarnemingen, slechts op de platte draden.

Purkinje en Rosenthal's *formatio granulosa* (*de formatione granulosa*, 1839) zijn ovale en ook toegespitste korreltjes, die met behulp van azijnzuur in de spieren, zenuwen, vaten, in de vliezen en in het bindweefsel gevonden worden. Verbindende draden tusschen de korreltjes schenen wel is waar hier en daar voor te komen, doch zij zijn niet overal aanwezig (bladz. 4). De korreltjes bezitten steeds kernen, en wel de langwerpige 2—3, de ronde en ovale een grooter of kleiner (kernligchaampje.) Rosenthal erkent de identiteit der *formatio granulosa* met Valentin's dradig aaneengeregen epithelium, doch gelooft, dat hij den laatsten naam moet verwerpen, daar de epitheliën altijd slechts aan de oppervlakte van vliezen liggen en uit digt aaneengeschakelde cellen bestaan, hetgeen bij de *formatio granulosa* niet het geval is (bladz. 25). Aan het slot maakt hij de *formatio granulosa* met de elementaire cellen van Schwann identisch; hij ziet in haar een bewijs, dat de regeneratie der weefsels, in volwassenen, volgens dezelfde wetten plaats heeft, als de eerste vorming in het embryo. De korreltjes, die aanvankelijk rond waren, werden elliptisch, vervolgens steeds langer en dunner, en ingen eindelijk in de eigenaardige zelfstandigheid der weefsels over.

Mijne onderzoekingen omtrent dit onderwerp zijn in den winter van het jaar

1839 op 1840 in het werk gesteld, en werden in het begin van het jaar 1840 in het *Gesellschaft naturforschender Freunde* te Berlijn, vervolgens, voor zoo ver de vaten en spieren betrof, in CASPER'S *Wochenschrifft*, N°. 21, medegedeeld. Ik noemde de vezels, die uit kernen ontstaan, toenmaals naar hare ligging, interstitiele en omwikkelende. In het begin van 1840 kwam GERBER'S *Allg. Anatomie* in het licht, waarin wel is waar ook nog spilvormig verlengde en aaneengeschakelde cellen onder den naam van varikeuse celstof beschreven worden (bl. 125). Op bladz. 70 echter vind ik de volgende plaats: »Gaan de cellen in draden over, dan worden zij spilvormig en vormen in haren lijnvormigen zamenhang de celvezels, waar binnen de kernen dikwijls op dezelfde wijze door tusschenkerndraden onderling verbonden zijn. Welligt komen deze kernvezels ook bloot voor." Waarin ik GERBER tegenspreken moet, is, dat de cellen zelve steeds spilvormig worden, en dat de kernvezel binnen in de celvezel ligt. Overigens komen mij de hier door GERBER gebruikte namen te doelmatig voor, om ze niet boven alle andere te verkiezen.

VERRIGTINGEN DER ELEMENTAIRE CELLEN.

Wanneer men ziet, hoe groot een aantal en misschien de geheele massa van organische vormsels uit gelijksoortige deelen, de elementaire cellen, deels zamengesteld is, deels uit haar ontwikkeld wordt, dan kan men de hoop niet laten varen, dat de raadsels in de levensverschijnselen van zamengestelde organismen door het onderzoek dezer eenvoudige bestanddeelen opgelost zullen worden. Want even als het organisme behouden wordt en werkzaam is door de krachten van zijne organen, even als de werkzaamheid der organen afhangt van den wederkeerigen invloed der weefsels, waaruit zij bestaan, even zoo moet eindelijk de energie der weefsels slechts de som der krachten zijn, waarmede elk deeltje begaafd is.

Een physiologisch feit te verklaren, heet, met andere woorden, zijne noodzakelijkheid uit de physische en chemische natuurwetten afleiden. Zeker geven deze ook omtrent de laatste oorzaak geen uitsluitsel, maar zij maken het mogelijk, dat eene menigte van op zichzelve staande feiten onder één gezigtspunt gebragt worden, van ééne vooronderstelling uitgaande worden begrepen, en het is een triomf van het physisch onderzoek, wanneer van twee oogenschijnlijk verschillende krachten, zoo als van magnetisme en electriciteit, wordt aangetoond, dat zij slechts wijzigingen van ééne en dezelfde kracht zijn. Wanneer wij nu moeten toestemmen, dat een levensverschijnsel zich uit de eigenschappen der stof niet laat begrijpen, dan erkennen wij daarmede gelijktijdig het bestaan eener kracht

buiten de in de organische natuur werkzame krachten, die de stof beheerscht, en noemen haar levenskracht of geven haar eenigen anderen naam. De levenskracht is inderdaad eene even zoo goede verklaring als de zwaartekracht; wij bezitten daardoor slechts eene kracht te meer, en dit is in strijd met onzen naar eenheid strevenden geest.

Indien wij in deze hoop en met deze eischen den blik vestigen op de elementaire cellen, dan zien wij de klove tusschen de doode en de levende natuur nog eer wijder worden, dan zich sluiten. Reeds bij de ontwikkeling der cellen zelve bleef de verbinding en ineensmelting der elementaire korreltjes in een zoo bepaald aantal en zoo bepaalden vorm ons onbegrijpelijk; in eene nog grootere mate is dit het geval met de vervorming, het aaneenrijgen en ineensmelten der cellen.

Er bestaat echter een physisch verschijnsel, dat aan de morphologische en scheikundige veranderingen van organische blaasjes deel kan hebben; ik bedoel de endosmose. Het is hier juist de plaats, om daarin eenigzins dieper in te dringen. Dutrochet (1) bepaalt dit verschijnsel op de volgende wijze: »Wanneer twee heterogene en vermengbare vloeistoffen door eenen vliezigen tusschenwand gescheiden zijn, dan ontstaan er door de poren van dezen tusschenwand twee stroomingen in eene tegenovergestelde rigting en van eene verschillende kracht. De eene vloeistof neemt daardoor in massa toe, en wel even zooveel, als de sterkere stroom de zwakkere overtreft.'' De eerste proeven heeft Dutrochet zoo in het werk gesteld, dat de vloeistof, welke in hoeveelheid toenam, in eene blaas bevat was; hij noemde daarom de instrooming endosmose, en de uitstrooming exosmose. Tegenwoordig duidt hij met den eersten naam de sterkere, met den tweeden de zwakkere strooming aan, en de endosmose kan even zoo goed van eene holte naar buiten gerigt zijn, als omgekeerd. Door middel van den zoogenaamden endosmometer, van een vergaarbak zonder bodem, die van onderen met eene blaas of eene andere stof, die aan het onderzoek zal worden onderworpen, gesloten wordt, en van boven in eene gegradueerde buis uitloopt, kan men zich op de eenvoudigste wijze van het be-

---

(1) *Mémoire pour servir à l'histoire des véget. et des animaux*, I, 1, sq.

staan dezer stroomingen overtuigen. Zoo de endosmometer met eene oplossing van keukenzout gevuld en in zuiver water gedoopt wordt, dan begint terstond het niveau der vloeistof in den endosmometer te klimmen, terwijl gelijktijdig een gedeelte van het zout in het water, dat er buiten om geplaatst is, overgaat; wanneer er omgekeerd water in den endosmometer en van buiten eene zoutoplossing is, dan zinkt de zuil in den endosmometer tot onder het niveau der buitenste vloeistof, en neemt zij zout uit de buitenste vloeistof op. De affiniteit der beide vloeistoffen is een onmisbaar vereischte voor de endosmose; bij zelfstandigheden, die zich niet met elkander vermengen, zoo als water en olie, grijpt er geene endosmose plaats. De gewigtigste rol echter spelen de wanden, welke de beide vloeistoffen van elkander afscheiden, en wel door hunne bijzondere chemische natuur. Een dunne wand van gomelastiek laat geene endosmose toe tusschen gom- of suikeroplossing en water, wel echter tusschen alkohol en water, waarbij de sterkere stroom van den alkohol tegen het water gerigt is, terwijl door dierlijke vliezen alkohol en water zich zoo vermengen, dat de sterkere strooming van het water naar den alkohol plaats grijpt. Daar gomelastiek voor enkel water ondoordringbaar is, zoo kan in de opgegevene proef het water den tusschenwand slechts zoo hebben doordrongen, dat het zich in de poren (*interstices moléculaires*) met alkohol vermengde. Onder de minerale stoffen is de zandsteen geheel en al ongeschikt om endosmose voort te brengen; kalksteen doet haar in eenen zeer geringen graad ontstaan; eene zeer sterke endosmose grijpt ook door de lamellen van pijpaarde plaats. Dit toont te gelijk ook het onderscheid aan tusschen het doorzweeten door endosmose en de filtratie door de grovere poren van het ligchaam; want de zandsteen is wezenlijk poreus, en laat de vloeistoffen, ten gevolge van hare zwaarte, overvloedig doorzakken, zonder dat er intusschen eene vermenging of een opstijgen derzelve plaats heeft.

Over het algemeen is de endosmose uit de dunnere middenstof tegen de digtere, uit zuiver water of verdunde oplossingen tegen meer zamengedrongene gerigt, en zij grijpt des te sterker en sneller plaats, hoe grooter het onderscheid der concentratie is; er bestaan echter ook uitzonderingen. Alkohol, die minder dik dan water is, verhoudt zich toch tot hetzelve als eene zoutoplossing. Wanneer

water en eene oplossing van zuringzuur op elkander werken, dan vormt de oplossing van zuringzuur de sterkere strooming, en het water neemt in massa toe. Alle minerale en plantaardige zuren bezitten de eigenschap, dat de endosmose, wanneer zij in zamengedrongen toestand worden gebezigd, uit het water naar het zuur geschiedt, en in eene omgekeerde rigting, wanneer het zuur verdund is. Tusschen de beide toestanden wordt er één punt gevonden, waarop geene endosmose. dat is geene vermeerdering van de eene of andere vloeistof, plaats grijpt, hoewel het zuur zich in beide verdeelt; wordt er bij eene oplossing van suiker, die overigens het water levendig aantrekt, eene met de suiker gelijke hoeveelheid zuringzuur gevoegd, dan wordt de endosmose omgekeerd, uit de suikeroplossing tegen het water, en het zuringzuur sleept derhalve in eene zekere mate de suikeroplossing met zich voort. Ook daarin toont zich weder het gewigt van den tusschenwand, dat plantenzuren van eene zekere dikte met een dierlijk vlies endosmose tegen het water, en met een plantaardig vlies endosmose tegen het zuur vertoonen. Wanneer gezwaveld waterstof met de dierlijke vliezen in verbinding komt, dan houdt de endosmose op.

Met de verhooging der temperatuur neemt de hoeveelheid der vloeistof toe, die door endosmose in eenen gegevenen tijd wordt overgevoerd.

De endosmose rigt zich niet uitsluitend naar de dikte, niet naar de viscositeit der vloeistof, ook niet naar hare geschiktheid, om in capillaire buizen op te klimmen; zij is eene soort van chemische, welligt electro-chemische aantrekking, en steeds gaat de sterkere stroom van de middenstof uit, welke voor de zelfstandigheid van den tusschenwand de grootste verwantschap bezit. Volgens de bekende proef van Sömmering wordt wijngeest in eene dierlijke blaas sterker, daar het water spoediger door hare wanden verdampt dan de alkohol; omgekeerd wordt de wijngeest in eene blaas van gomelastiek slechter, de alkohol ontwijkt, en het water blijft achter. De poren der dierlijke blaas laten alzoo gemakkelijker het water, die der gomelastiek gemakkelijker den alkohol doorgaan. Blijkbaar ligt de grond daarvan in de grootere chemische verwantschap van het water tot de dierlijke zelfstandigheden en van den alkohol tot de hars, en daarmede overeenkomstig gaat de endosmose door eenen

dierlijken tusschenwand van het water naar den alkohol en door eenen wand van gomelastiek van den alkohol naar het water. Zoo berust ook de verschillende endosmotische verhouding van sterkere en zwakkere oplossingen van zuren waarschijnlijk daarop, dat de zwakkere oplossing eene grootere verwantschap tot de dierlijke vliezen heeft dan water, de sterke oplossing eene geringere.

Een feit, dat onze bijzondere opmerkzaamheid verdient, is het rhythmische of intermitterende in de verschijnselen der endosmose. Sömmering (1) zag den wijngeest, welke in eene blaas bewaard werd, bij tusschenpoozen weder sterker en zwakker worden, en wel meermalen afwisselend, zoo lang als er iets verdampen kon. Hij wisselde in sterkte tusschen de 86 en 94° af. Dutrochet nam waar, dat fijne blaadjes goudschuim, die hij met zamengedrongen salpeterzuur in den endosmometer gelegd had, in zekere tusschenruimten en levendig van den bodem in de hoogte geworpen werden en vervolgens weder langzaam nederzonken; de beweging kon slechts door eene plotselinge instrooming van water worden voortgebragt, dat zich buiten om den endosmometer bevond, en dit scheen volgens hem polswijze, maar op verschillende plaatsen van het vlies op verschillende tijden te geschieden. Andere zelfstandigheden dan salpeterzuur vertoonden dit verschijnsel niet.

Volgens de proeven van Fodéré (2) worden er ook gassoorten beurtelings door de dierlijke vliezen uitgewisseld, en waarschijnlijk heerscht daarin dezelfde wet, als bij de endosmose van druipbare vloeistoffen. Fodéré bragt geslotene darmstukken, met schadelijk gas gevuld, in de onderbuiksholte van konijnen. Het gas vertoonde zijne vergiftige werking; het verdween uit het darmstuk en was door eene andere luchtsoort vervangen.

Ik heb hier een verschijnsel in zijne grondtrekken geschilderd, welks toepassing op de physiologie nog nieuw, welks invloed op de wetenschap onberekenbaar is. Zeker bevinden zich de elementaire deelen van planten en dieren in eenen tot endosmose zeer geschikten toestand; vele derzelve zijn blaasjes of buizen, die uit ineengesmoltene blaasjes gevormd zijn, gevuld met eene vloeibare

---

(1) *Denkschrifft. d. München. Akad.* VII, 253.

(2) *Recherches expérimentales sur l'absorption et l'exhalation*, p. 12.

stof en door eene dropvormige of veerkrachtig vloeibare middenstof omgeven; de vloeistoffen zijn meestal waterige oplossingen; de proteineachtige verbindingen, waaruit de vliezen waarschijnlijk gevormd zijn, bezitten eene groote verwantschap tot het water, waarin zij, even als gomelastiek in wijngeest, opzwellen, zoo zij al niet worden opgelost. Werkelijk werd DUTROCHET juist door de beschouwing van plantaardige elementaire cellen tot zijne ontdekkingen gebragt, en wij zullen in het bijzondere gedeelte van dit werk dikwijls gelegenheid hebben, om de verschijnselen der endosmose aan elementaire cellen, bijv. in het bloed, in het slijm, de kristallens, aan te toonen. Cellen, die in de zamengedrongene vochten van het ligchaam plat zijn, zwellen in het water, zelfs tot berstens toe op, staan een gedeelte van haren inhoud aan het water af, en vallen weder in een, wanneer de buitenste vloeistof weder wordt zamengedrongen. Het uittreden der vloeistof buiten de vaten, om de zelfstandigheid te doortrekken, en de resorptie van vloeistoffen uit het parenchyma door middel der vaten, heeft men reeds dikwijls tot het gebied der endosmose gebragt, en wij zullen zien, dat bij eene meer naauwkeurige vergelijking van beide processen, van het physische en physiologische, de overeenkomst steeds grooter wordt.

Of echter de typische vergrooting en vervorming der cellen zich enkel uit den invloed der endosmose laten begrijpen? Zeker niet. Een kogel kan door geene endosmose een kegel of prisma worden, of takken uitschieten. De endosmose is slechts de voorwaarde, de *conditio sine qua non*, waardoor de cel het voedingsvocht tot zich trekt en in zich opneemt, maar niet de oorzaak van hare eigenaardige ontwikkeling.

De scheikundige veranderingen aan de cellen en de oorzaken voor hare verschillende chemische gesteldheid zijn niet minder raadselachtig. Eigenlijk zijn alle cellen, zoo als DUTROCHET (1) zegt, afscheidings-organen; alle nemen uit de vochten verschillende stoffen op; hetgeen de cellen der eigenlijke klieren eigenaardig kenmerkt, is slechts dat zij haren inhoud op de oppervlakte van het ligchaam uitstorten, terwijl het contentum van andere cellen

(1) *Mém. s. l'anat. et la physiol. etc.* II, 470.

er een tijd lang in blijft, om aan zekere doeleinden des levens te beantwoorden en vervolgens aan het bloed teruggegeven te worden. Over het proces der afscheiding uit het bloed zijn nog twee meeningen gelijkelijk geldende, dat de klieren namelijk slechts de in het bloed aanwezige stoffen aantrekken en dat zij nieuwe vormen; met andere woorden, dat de afscheidings-producten vooraf in het bloed bestaan, en dat zij eerst door afscheidings-werktuigen worden gevormd. Beide zienswijzen staan tegen elkander over, even als humoraal- en solidair-pathologie, want wanneer de cellen aan het bloed slechts de vooraf gevormde vochten onttrekken, dan moeten deze in het bloed zelf ontstaan; de cellen zijn dan slechts in eenen beperkten zin actief te noemen, of algemeener gesproken, de *humores* zijn het werkzame. Omgekeerd, wanneer de cellen de afscheidingsstoffen bereiden, is het bloed als eene passive, gelijkvormige zelfstandigheid te beschouwen.

Schwann is, om zoo te zeggen, zuiver solidair-patholoog. Het cytoblastema is hem bij de metabolische verschijnselen (zoo noemt hij de scheikundige veranderingen, welke de ontwikkeling der cellen begeleiden) volstrekt passief (1); slechts aan de cellen komt de geschiktheid toe om het cytoblastema scheikundig te veranderen (metabolische kracht), en bij de cellen wederom enkel aan het omhulsel en aan de kern. Schwann beroept zich op de gisting; het voor gisting geschikte mengsel, dat met het cytoblastema te vergelijken is, zou onwerkzaam zijn en onveranderd blijven, tot dat de gist er bij komt. Zoo als ik reeds in de scheikundige inleiding heb aangemerkt, heeft Schwann echter de werking van het ferment bij de gisting te hoog geschat; de gist is slechts eene soort van opwekkingsmiddel, om de suiker volgens hare natuurlijke verwantschap te ontleden; volgens Döbereiner bewerkt koolzuur hetzelfde; en wanneer dit ook nog bevestiging behoeft, dan ontbreekt het niet aan verwante voorbeelden, dat organische stoffen, zonder de medehulp van cellen door warmte of zuren, of ook geheel en al vrijwillig, scheikundige veranderingen ondergaan (2). Is eene zoodanige metamorphose door den eenvoudigen invloed der elementen op elkan-

(1) *Mikroskop. Unters.*, S. 234.

(2) Verg. de noot op bladz. 44.

der buiten het ligchaam mogelijk, dan kan hare mogelijkheid binnen het ligchaam niet ontkend worden. En hoe staat het met het bewijs voor de stelling, dat de zelfstandigheden, die zich in de cellen bevinden, eerst door de cellen gevormd moeten worden? Letten wij, de algemeen verspreide proteineverbindingen, extractiefstoffen en vetten daargelaten, op de specifieke afscheidingen, dan is het van de wezenlijke bestanddeelen der urine zeker, dat zij vooraf in het bloed aanwezig zijn, en van de gekende bestanddeelen der gal is het in eene hooge mate waarschijnlijk (zie het scheikundig gedeelte). In de pathologie is deze beschouwingswijze reeds de heerschende, en de afscheidings-metastasen, die men vroeger aan eene resorptie van afgescheidene stoffen uit de klieren en wederopneming in het bloed toeschreef, laten zich nu natuurlijker kennen als gevolgen van de gestoorde afscheiding en het achterblijven van de zelfstandigheid in het bloed. Haematine komt niet vrij in het bloed voor, welligt echter enkel daarom, dat zij door de bloedbolletjes steeds weder wordt opgenomen, en derhalve om dezelfde reden, waarom in het gezonde bloed geene of slechts eene zeer kleine hoeveelheid pisstof gevonden wordt. Slechts een zeer klein aantal stoffen wordt bepaald eerst buiten het bloed in de cellen gevormd, zoo als de hoornstof en de lijmgevende zelfstandigheden. In de eerstgenoemde stof worden de cellen niet dan na de ineensmelting van wand en inhoud veranderd; zij kan derhalve niet door de kracht van den celwand alleen ontstaan.

Wat nu de eigenlijke uitscheidingsstoffen aangaat, kan men de tegenwerping maken, dat deze wel is waar reeds bereid naar de lever, de nieren enz. worden toegevoerd, maar toch bij de voeding door de metabolische kracht van andere cellen gevormd en zoo in het bloed geraakt zijn. Dit laat zich noch tegenspreken, noch bewijzen; er bestaat zelfs eenige waarschijnlijkheid voor, dat stoffen, die ten laatste uit het ligchaam worden uitgestooten, in eene zekere mate slechts afval bij de stofverwisseling zijn, slechts datgene uitmaken, hetgeen overgebleven is, nadat elke cel eerst haar deel uit de algemeene voedingsvochten heeft weggenomen. Maar wij bevinden ons met andere, zoo als men het noemt, *hoogere* afscheidings-producten geheel en al in hetzelfde geval. Gedurende de zwangerschap, en rijkelijker na de geboorte, worden er

---

GEDRUKT BIJ BAKELS EN KRÖBER.